2617.

THE
CHARLES MYERS
LIBRARY

Spearman
Collection

NATIONAL INSTITUTE
OF
INDUSTRIAL
PSYCHOLOGY

22500610808

Med
K35594

NATIONAL INSTITUTE OF
INDUSTRIAL PSYCHOLOGY
LIBRARY
ALDWYCH HOUSE, W.C.2.

NATIONAL INSTITUTE OF
INDUSTRIAL PSYCHOLOGY
LIBRARY

Die Lehre

vom

Tastsinne und Gemeingefühle

auf

Versuche gegründet

von

Ernst Heinrich Weber,
Professor der Anatomie und Physiologie in Leipzig.

Für Aerzte und Philosophen

besonders abgedruckt aus Wagners Handwörterbuche der Physiologie.

Braunschweig,
Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1851.

Im Verlage von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig ist erschienen:

Handwörterbuch der Physiologie,

mit Rücksicht auf physiologische Pathologie, in Verbindung mit mehren Gelehrten herausgegeben von Dr. R. Wagner, Professor in Göttingen. Mit Kupfern und in den Text eingedruckten Holzschnitten. Vier Bände, jeder zu 50 — 60 Bogen größtes 8., in Lieferungen von 8 — 12 Bogen. Fein Velinpap. geh. Erschienen sind: Liefr. 1 — 24 oder der erste bis dritte Band complet, letzterer in zwei Abtheilungen, und Bd. IV. Liefrg. 2. Preis jeder Lieferung 1 Thlr.

Dieses Handwörterbuch bringt die physiologischen Lehren und viele für die allgemeine Pathologie und praktische Medicin wichtige Abschnitte, in Form gedrängter Monographien nach alphabetischer Ordnung, von Männern bearbeitet, welche dieselben zum Gegenstande specieller Forschungen gemacht haben. So trägt das Wörterbuch mehr den Charakter eines Handbuches, das statt eines Verfassers deren mehre hat. Die Koryphäen dieses Zweiges der Wissenschaft haben für die Bearbeitung der Artikel ihre Mitwirkung zugesagt und zum Theil schon erfüllt.

Bd. I. Lief. 1—6, Bd. II. Lief. 1—6, Bd. III. 1. Abtheil. Lief. 1—6, 2. Abtheil. Lief. 1—4, Bd. IV. L. 1 u. 2 enthalten: Leben, Lebenskraft, Instinct, Seele u. Seelenleben, von Prof. Lotze in Göttingen. Absonderung, Elektricität der Thiere, Ernährung, Flimmerbewegung, Galvanismus (in seiner Einwirkung auf den thierischen Körper), Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers, von Prof. Valentin in Bern. Atrophie, von Prof. Canstatt in Erlangen. Aufsaugung, Herz, von Prof. Kürschner in Marburg. Blut, Chylus, Lymphe, von Prof. Nasse in Marburg. Entzündung und ihre Ausgänge, Gewebe (in pathologischer Hinsicht), Hypertrophie, von Prof. Vogel in Göttingen. Fieber, von Prof. Stannius in Rostock. Galle, von Prof. v. Berzelius in Stockholm. Gehirn, Nervenphysiologie, Sehen, von Prof. Volkmann in Halle. Geschlechtseigenthümlichkeiten, von Prof. Berthold in Göttingen. Entwickelungsgeschichte, mit besonderer Berücksichtigung der Mißbildungen, von Prof. Th. L. W. Bischoff in Gießen. Harn, von Prof. Lehmann in Leipzig. Haut, von Medicinalrath Prof. Krause in Hannover. Kreislauf des Blutes, von Prof. Bergmann in Göttingen. Leber, von Prof. Theile in Bern. Mikroskop, von Prof. Purkinje in Breslau. Anhang zu dem vorhergehenden Artikel »Mikroskop«, vom Herausgeber. Milch, von Prof. Scherer in Würzburg. Nieren und Harnbereitung, von Dr. C. Ludwig in Marburg. Parasiten, von Prof. K. Th. E. von Siebold in Erlangen. Psychologie und Psychiatrie, von Dr. F. W. Hagen in Windsheim. Respiration, von Dr. K. Vierordt in Karlsruhe. Riechen, Schmecken, von Prof. F. Bidder in Dorpat. Schwangerschaft, und Physiologie des weiblichen Organismus überhaupt, von Prof. Litzmann in Greifswalde. Muskelbewegung, von Prof. Eduard Weber in Leipzig. Ueber den Einfluß der Physiologie auf die gerichtliche Medicin, von Prof. Carl Bergmann in Göttingen. Krankhafte Störungen in der Thätigkeit des Nervensystems (Nervenkrankheiten), von Dr. G. A. Spieß in Frankfurt a. M. Die Physiologie in ihrer Anwendung auf Augenheilkunde, von Prof. Ruete in Göttingen. Sinne, im Allgemeinen, von Prof. Purkinje in Breslau. Sympathischer Nerv, Ganglienstructur und Nervenendigungen, von Prof. Rud. Wagner in Göttingen. Sympathischer Nerv, mit besonderer Rücksicht auf Herzbewegung, von Dr. Budge in Bonn. Synovia (Gelenkflüssigkeit), Thränensekretion, Verdauung, von Prof. Frerichs in Göttingen. Temperament, Physiognomik und Craniokopie, von Dr. Emil Harleß in München. Transsudation und Endosmose, von Dr. Vierordt in Carlsruhe. Krankheit, vom Prof. K. E. Hasse in Zürich. Physiologie in ihrer Anwendung auf Chirurgie, vom Hofchirurgus Dr. D. D. Kohlrausch in Hannover. Wachen, Schlaf, Traum und verwandte Zustände, vom Prof. Purkinje in Breslau. Tastsinn und Gemeingefühl, vom Prof. E. H. Weber in Leipzig. Thierische Wärme, vom Prof. Nasse in Marburg. Blutgefäßdrüsen, vom Prof. A. Ecker in Basel. Die vegetabilische Zelle, vom Prof. Hugo v. Mohl in Tübingen. Hören, vom Prof. E. Harleß in München.

Handbuch der rationellen Pathologie.

Von Dr. Henle, ordentl. Professor der Physiologie und Anatomie an der Universität zu Heidelberg. In zwei Bänden. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Erster Band, Einleitung und allgemeiner Theil. **Zweite unveränderte Auflage.** Zweiter Band, erste bis dritte Lieferung (Schluß der ersten Abtheilung), mit 3 Kupfertafeln. Preis 6 Thlr. 20 Ggr.

Die Lehre

vom

Tastsinne und Gemeingefühle.

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b28047679

Die Lehre

vom

Tastsinne und Gemeingefühle

auf

Versuche gegründet

von

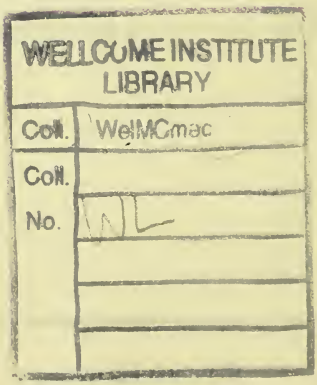
Ernst Heinrich Weber,
Professor der Anatomie und Physiologie in Leipzig.

Für Aerzte und Philosophen

besonders abgedruckt aus Wagners Handwörterbuche der Physiologie.

Braunschweig,
Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1851.

S24 B65


WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY
Coll. WelMCmac
Coll.
No.

Inhalt.

Ueber die Umstände, durch welche man geleitet wird, manche Empfindungen auf Objecte zu beziehen.

Nur mittelst der Sinnorgane erhalten wir Empfindungen, die wir auf Objecte beziehen können, aber nicht alle Empfindungen, die uns Sinnorgane verschaffen, gestatten uns eine solche Beziehung. Seite 3—4. — Man muß die Empfindung von der Auslegung der Empfindung unterscheiden. S. 4. — Diese Auslegung wird oft für einen Theil der Empfindung gehalten. S. 4. — Sogar falsche Auslegungen der Empfindungen vermischen sich mit ihnen so vollkommen, daß sie für einen Theil derselben gehalten werden. S. 4. — Vermöge einer solchen Auslegung, die wir mit der Empfindung vermischen, glauben wir die Gesichtseindrücke nicht da zu empfinden, wo das Licht unsere Nervenhaut trifft, sondern da, wo sich der sichtbare Gegenstand befindet. S. 5. — Aus derselben Ursache fühlen wir die Berührung unseres Bartes nicht in der Haut, wo die Haare auf die empfindlichen Haarbälge einen Druck ausüben, sondern in einiger Entfernung von der Haut, da, wo die Haare berührt werden. S. 6. — Stemmen wir ein Stäbchen zwischen unsere Finger und den Tisch, so glauben wir zu gleicher Zeit an 2 Orten Druck zu empfinden, da, wo das eine Ende des Stäbchens unsern Finger und da, wo das andere Ende desselben den Tisch berührt. Die letztere Empfindung ist unmöglich, da das Stäbchen unempfindlich ist, nur vermöge der Auslegung der wirklichen Empfindung, glauben wir an diesem Orte Druck zu empfinden. S. 6. — Diese Empfindung verschwindet, wenn das Stäbchen unbeweglich mit dem Tische verbunden ist. S. 6. — Aber auch die Empfindung, welche wir da haben, wo das Stäbchen den Finger berührt, würde verschwinden, wenn das Stäbchen unbeweglich mit dem Finger verbunden wäre. S. 6. — Die Zähne sind solche Stäbchen, die unbeweglich mit der die Zahnzelle austapezirenden, empfindlichen Haut verbunden sind, und wir empfinden in der That den auf die Zähne wirkenden Druck nicht an der Wurzel, sondern glauben ihn an der Oberfläche der ganz unempfindlichen Krone derselben wahrzunehmen. S. 7. — Beispiele, die beim Gehöre und Geruche vorkommen. S. 8. — Wenn Jemandem ein glühender Eisenstab senkrecht und sehr nahe vor das Gesicht gehalten wird, so empfindet er, wenn er den Kopf um seine Axe dreht, sehr bestimmt, daß der Stab in einiger Entfernung vor dem Gesichte liegt. S. 9. — Man darf vermuthen, daß wir durch die reine Empfindung ursprünglich gar nichts über den Ort wissen, wo auf den die Empfindung vermittelnden Nerven eingewirkt wird, daß vielmehr alle Empfindungen ursprünglich nur in dem Bewußtsein von unserm sich verändernden Empfindungszustande bestehen und unmittelbar keineswegs räumliche Verhältnisse zum Bewußtsein bringen, sondern nur eine Thätigkeit unserer Seele anregen, mittelst deren wir uns die Empfindungen nach den Kategorien des Raums, der Zeit und der Zahl vorstellen. S. 10. —

Verschiedenheit der Empfindung von der Vorstellung der Empfindung.

Die Kategorien (Stammbegriffe) des Raums, der Zeit und der Zahl sind nicht aus der Erfahrung abgezogen, durch Hinweglassung des Verschiedenartigen, was in den Empfindungen enthalten ist, und durch Sonderung dessen, was allen

Empfindungen gemeinschaftlich ist, denn vom Raume, von der Zeit und von der Zahl ist in den Empfindungen nichts enthalten, vielmehr ist die Erfahrung erst dadurch möglich, daß wir das Vermögen besitzen, uns die Empfindungen nach den Kategorien des Raums, der Zeit und der Zahl zu deuten und vorzustellen. S. 10. — Es scheint, daß man gleichzeitig mehrere Empfindungen haben, sich aber nicht gleichzeitig mehrere Empfindungen vorstellen könne. Empfindungen, welche wir uns nicht vorstellen, scheinen keine deutliche Spur im Gedächtniß zu hinterlassen. S. 12. — Bessel's Beobachtungen, daß man nicht gleichzeitig sehen und hören könne. S. 13. — Meine Beobachtungen, daß man sich nicht Gehörempfindungen gleichzeitig vorstellen könne, wenn man die eine durch das rechte, die andere durch das linke Ohr empfängt. S. 13. —

Ueber die Ursache, warum wir nur manche Empfindungen auf Objecte beziehen können.

Die Sinnorgane, welche uns Empfindungen von Objecten verschaffen können, sind nicht nach dem Innern unsers Körpers, sondern nach außen gerichtet, damit die Seele die Eindrücke der äußern Welt empfange, wobei sie sehr gestört werden würde, wenn die Vorgänge in unserm Innern immerfort ihre Aufmerksamkeit auf sich zögen. Hierdurch erkennt man die Zweckmäßigkeit der Einrichtung, daß viele innere Theile sehr unempfindlich sind und daß die Empfindungen, die wir durch sie empfangen, nicht auf Objecte bezogen werden können. S. 14. — Die Ursache, warum sie es nicht können, liegt darin, daß diese Theile so eingerichtet sind, daß daselbst weder die eigene Bewegung unsers Körpers, noch die Bewegung der zu empfindenden Objecte eine hinreichend bemerkbare Abänderung der Empfindungen hervorbringen kann. S. 15. — Eine solche Abänderung der Empfindung durch die absichtliche Bewegung unsers Körpers, oder durch die Bewegung der zu empfindenden Dinge ist nur dann möglich, wenn eine Einrichtung in den empfindlichen Organen vorhanden ist, vermöge deren zwei Eindrücke, die sonst völlig gleich sind, sich schon dadurch unterscheiden lassen, daß sie auf zwei verschiedene Theile des Organs gemacht werden. S. 16. — Diese Einrichtung besitzt das Auge am vollkommensten, dem Auge stehen die Tastorgane zunächst, das Gehörorgan besitzt sie in so geringem Grade, daß man nur unterscheiden kann, ob man etwas mit dem rechten oder linken Ohre hört. Ebenso besitzt das Geruchorgan dieses Vermögen in einem sehr geringen Grade. Dieses Vermögen, das ich den Ortsinn nenne, ist daher nicht das ausschließliche Eigenthum eines Sinnes, sondern es kommt allen Sinnen, aber in einem sehr verschiedenen Grade zu, und es ist sogar in den verschiedenen Abtheilungen eines und desselben Sinnorgans in verschiedenem Grade ausgebildet. Der Gebrauch der Augen und Tastorgane macht uns hauptsächlich fähig, die Empfindungen räumlich zu deuten und auf äußere Objecte zu beziehen. Wenn durch die absichtliche Bewegung unsers Sinnorgans andere und andere Empfindungen entstehen, wenn die Empfindungen bei der Wiederholung der Bewegung in derselben Ordnung und bei der Umkehrung der Bewegung in umgekehrter Ordnung entstehen, so vermuthen wir, daß die Ursache jenes Wechsels der Empfindungen nicht blos in uns liege, sondern daß den bewegten Sinnorganen eine unbewegte Außenwelt gegenüber liegen möge, und umgekehrt folgern wir, wenn viele Sinneseindrücke auf unser unbewegtes Sinnorgan geschehen und sich vielleicht sogar in umgekehrter Ordnung wiederholen, daß eine bewegte Außenwelt unserm ruhenden Sinnorgane gegenüber liege. S. 16. — Hierbei kommt uns sehr zu Statten, daß die Empfindungen, die wir mittelst des Gesicht- und Tastsinnes empfangen, nicht nur im Raume, sondern auch in der Zeit ziemlich scharf begrenzt sind, d. h., daß sie fast augenblicklich mit der Einwirkung auf das Sinnorgan entstehen und nicht länger fortdauern als die Einwirkung. Dieser letzte Vorzug kommt in

vorzüglichstem Grade dem Gehörsinne zu. S. 18. 19. — Ebenso kommt es uns bei jener Auslegung der Empfindungen sehr zu Statten, daß mittelst der Sinnorgane schon sehr schwache Einwirkungen, welche nicht im mindesten verletzend sind, empfunden, und zwar sehr bestimmt empfunden werden, so daß wir viele Grade der Empfindungen unterscheiden und aufs feinste abmessen, und unzählige qualitative Verschiedenheiten derselben wahrnehmen können. Dieses ist bei Empfindungen, die wir durch das Gemeingefühl erhalten, nicht der Fall. S. 20. 21. — Aufzählung der Verhältnisse, unter welchen die Empfindungen nicht auf Objecte bezogen werden können und also nicht als Sinnempfindungen, sondern als Gemeingefühlempfindungen zu betrachten sind. S. 21. —

Einrichtungen an den peripherischen Enden der Sinnnerven, zur Aufnahme der Eindrücke, welche Sinnempfindungen erzeugen sollen.

Damit sehr verschiedene in der Natur existirende Bewegungen specifisch verschiedene Empfindungen verursachen können, und damit zahlreiche Grade der Stärke dieser Empfindungen deutlich unterschieden und gemessen werden können, müssen an den peripherischen Enden der Nerven besondere Organe angebracht sein, die durch jene Bewegungen in Bewegung gesetzt werden und durch ihre Bewegung eine Bewegung eigenthümlicher Art in den Nerven verursachen. Diese unstreitig durch das Mikroskop zu erforschenden Organe kennt man aber noch nicht. S. 22. — Das Licht wirkt nur auf den Sehnerven, weil derselbe mit dem Auge in Verbindung steht, Wärme und Kälte erregen nur durch die Tastnerven Wärme und Kälteempfindungen, weil sie mit den Tastorganen in Verbindung stehen; werden diese Organe zerstört, so verlieren diese Nerven dieses Vermögen. Ebenso verhält es sich mit den Empfindungen von Druck. Die Riechstoffe wirken gewiß nicht auf den entblößten Geruchnerven, schon eine kleine Veränderung im Epithelium der Schleimhaut der Nase vernichtet das Vermögen zu riechen. S. 22—26. —

Fortleitung der in den Sinnnerven hervorgebrachten Veränderung.

Den specifisch verschiedenen Sinnnerven ist hierbei nicht ein specifisch verschiedenes Leitungsvermögen zuzuschreiben. S. 28. — Dieselben Einflüsse, z. B. von Druck nach Galen's, Valsalva's, Fontana's, Müller's, und nach meinen Beobachtungen, und von Erwärmung und Erkältung nach meinen Versuchen schwächen und unterbrechen sogar das Leitungsvermögen sehr verschiedener Sinnnerven. Einschlafen der Glieder durch Druck und Kälte, die auf den Nervenstamm derselben wirken. S. 29—34. —

Einfluß der Endigung der Sinnnerven in besonderen Organen des Gehirns.

Von der besondern Einrichtung der Theile des Gehirns, in welche die verschiedenen Sinnnerven übergehen, scheint die specifische Verschiedenheit der Empfindungen auch mit abzuhängen, während sie anderer Seits in sehr hohem Grade durch die an den peripherischen Enden der Nerven angebrachten Organe bedingt ist. S. 34. — Einwürfe gegen die Lehre, daß die Electricität durch das Gehör als Schall, durch die Zunge als Geschmack und durch die Nase als Geruch empfunden werde. S. 35. — Thatsachen, welche den großen Einfluß des Gehirns auf die Entstehung der Empfindungen beweisen. S. 40. —

Der Tastsinn ins Besondere.

Druckempfindungen und Temperaturempfindungen sind die eigenthümlichen Empfindungen, die uns nur der Tastsinn verschafft, Ortempfindungen verschafft uns, und zwar in vollkommnerem Grade, auch der Gesicht-

sinn. S. 42. — Alle andern Empfindungen außer diesen, welche uns die Tastorgane verschaffen, sind entweder gemischte Empfindungen, oder gehören dem Gemeingefühle an. S. 43. — Ob der Drucksinn und der Temperatursinn zwei verschiedene in den Tastorganen liegende Sinne sind, wie der Tastsinn und Geschmacksinn in der Zunge, läßt sich bis jetzt mit Gewißheit noch nicht entscheiden. Wenn die Wärme und Kälte durch die Ausdehnung und Zusammenziehung empfunden werden, die sie in der Materie unsers Körpers hervorbringen, und wenn die nämlichen Nervenenden sowohl vom Drucke als von Temperaturänderungen afficirt werden, so sind Druckempfindungen und Temperaturempfindungen nur für verschiedene Aeußerungen eines und desselben Sinnes zu halten. S. 43. — Für die Richtigkeit einer solchen Ansicht spricht zwar die von mir gemachte Beobachtung, daß uns kalte auf der Haut ruhende Körper schwerer zu sein scheinen als warme, aber sie ist dadurch noch nicht bewiesen, S. 44. — Nur die Tastorgane verschaffen uns Druckempfindungen und Temperaturempfindungen: S. 45. — nicht die Haut, wenn die Tastorgane in ihr durch Verbrennung und Eiterung zerstört sind, S. 45. — nicht die Schleimhaut der Gedärme und des Magens, S. 45. — nicht das Zwerchfell, nicht der obere Theil der Schleimhaut der Nase. S. 47. —

Die Elementarfäden der Tastnerven und ihre peripherischen und centralen Enden.

Der einzige sichtbare Unterschied zwischen Tast- und Bewegungsnerven der willkürlichen Muskeln liegt darin, daß die ersteren an ihrer Wurzel ein Ganglion haben, und daß vielleicht jeder Elementarfaden derselben daselbst eine Ganglienkugel einschließt. S. 48. — Man darf vermuthen, daß die peripherischen und centralen Enden so geordnet liegen, daß die Ordnung dieser, der Ordnung jener in gewisser Weise entspricht. S. 50. — Die diese Enden verbindenden Fäden scheinen ungeordnet zu liegen und sind mit Bewegungsnerven vermengt. S. 50. — Die bei der halbseitigen Lähmung, Hemiplegie, beobachteten Erscheinungen deuten darauf hin, daß das Centralorgan für den Tastsinn jenseits des Sehhügels und des gestreiften Körpers nach der Oberfläche des großen Gehirns zu liegt, S. 50. — und daß in der weißen Substanz in der Nähe der Sehhügel und gestreiften Körper die Tastnerven der ganzen Haut mit den Bewegungsnerven der Tastorgane gemengt liegen, S. 51. — daß aber die Bewegungsnerven für die Athmungsmuskeln und für die Muskeln, welche die Theile des Rumpfes gegeneinander bewegen, einen andern Weg nehmen und ihnen nicht beigemengt sind. S. 51. — Hautwärzchen und Haarbälge sind kleine, dem Tastsinne gewidmete Organe, die Endigung der Tastnerven in denselben ist noch nicht bekannt. In den sogenannten Pacinischen Körperchen findet man, daß die Enden der Nerven nicht schleifenartig sind und daß sie sich bisweilen in mehrere Enden theilen. S. 55. — Zahl, Größe und Blutgefäße der Hautwärzchen. S. 57. —

I. Ortsinn.

Methode, die Feinheit des Ortsinns der Haut an verschiedenen Theilen derselben zu messen und zu vergleichen. S. 59. — Der Ortsinn ist an der Zungenspitze mehr als 50 Mal feiner als auf dem Rücken unsers Körpers. S. 59. — Wenn Theile der Haut, die einen Ortsinn von mittelmäßiger Feinheit haben, zugleich an 2 Punkten, die z. B. 3/4 Zoll von einander entfernt sind, berührt werden, so empfindet man nur eine einzige Berührung, werden aber etwas feiner fühlende Theile der Haut auf dieselbe Weise berührt, so empfindet man 2 Berührungen, die aber dicht nebeneinander zu geschehen scheinen. Werden Theile, die einen noch feinern Ortsinn besitzen, auf dieselbe Weise berührt, so scheint uns der

Zwischenraum zwischen den berührten Punkten größer, und zwar um so größer, je feiner der Ortsinn der Haut ist, die man berührt. S. 60. — Für jeden Theil unserer Haut giebt es eine gewisse Entfernung der gleichzeitig berührten Punkte von einander, bei der man anfängt, 2 Berührungen zu fühlen, und anzugeben im Stande ist, ob eine Linie, die man sich durch die berührten Punkte gelegt denken kann, eine quere oder senkrechte Lage hat. S. 60. — Hierzu war an der Zungenspitze eine Entfernung von $^1/_2$ Linie, auf dem Rücken des Körpers mehr als zwei Zoll nöthig. Ich habe diesen Erfolg schon vor 16 Jahren dadurch erklärt, daß ich annahm, daß, wenn zwei sonst gleiche Eindrücke gleichzeitig denselben elementaren Nervenfaden an verschiedenen Orten treffen, nicht zwei Empfindungen entstehen, sondern nur eine. S. 61. — Die Haut scheint in kleine Empfindungskreise getheilt zu sein, von welchen jeder seine Empfindlichkeit einem einzigen elementaren Nervenfaden verdankt, der wahrscheinlich den ganzen Empfindungskreis, dem er angehört, dadurch empfindlich machen kann, daß er entweder sich vielfach in Schleifen hin- und herbeugt und mit vielen Punkten des Empfindungskreises in Berührung kommt, oder dadurch, daß er sich in Aeste theilt, oder endlich auf beide Weisen zugleich. S. 62. — Je kleiner die Empfindungkreise sind, und je größer daher die Zahl der elementaren Nervenfäden, die sich auf einen Quadratzoll der Haut endigen, desto feiner ist der Ortsinn. S. 64. — Anwendungen auf den Ortsinn des Auges, der da, wo die Augenaxe die Nervenhaut schneidet, am feinsten ist und desto unvollkommener wird, je weiter die Theile der Nervenhaut von der Augenaxe entfernt sind. S. 67. — Feinheit des Ortsinns am Kopfe, S. 74. — an den Armen und Beinen, S. 76. — endlich in der Haut des Rumpfes. S. 77. — Tabelle S. 78. — Wahrnehmung der Figur eines uns berührenden Körpers, ohne Bewegung der Glieder. S. 80. — Wahrnehmung der Gestalt und des Abstandes der Körper durch die absichtliche Bewegung der Glieder. S. 81. — Die Richtung einer uns berührenden Stricknadel fühlen wir nicht, wohl aber die Richtung, in welcher an einem Büschel Haare gezogen wird, wir nehmen jedoch diese Richtung nicht wahr durch den Tastsinn, sondern durch das Gemeingefühl der Muskeln, welche die durch das Ziehen entstehende Bewegung des Kopfes und der Haut verhindern. S. 81. — Unter welchen Umständen wir Körper, z. B. unsere Nasenspitze, doppelt zu fühlen und zwei Nasenspitzen wahrzunehmen glauben. S. 82. —

II. Drucksinn.

Die Wahrnehmung unserer eigenen bewegenden Kraft und der Kraft anderer Körper verdanken wir dem durch das Gemeingefühl der Muskeln unterstützten Tastsinne. S. 84. — Kraft ist die unbekannte Ursache derjenigen Wechselwirkung der Körper, die sich entweder durch Hervorbringung oder durch Aufhebung von Bewegung äußert, in dem letzteren Falle entsteht Druck oder Zug. S. 85. — Der einzige Fall in der Erfahrung, wo wir von jener unbekannten Ursache selbst etwas wahrnehmen, ist der, wo unser Wille die Ursache oder ein Theil der Ursache des Druckes ist. S. 85. — Wir schließen aus dem Gefühle der Anstrengung, welche, um ein Gewicht in die Höhe zu heben, erforderlich ist, auf dessen Größe und unterscheiden auf diese Weise noch Gewichte, die sich wie 39 zu 40 verhalten. S. 89. — Wir schließen aus der Größe des Drucks, den ein auf unsere unterstützte Hand gelegtes Gewicht ausübt, auf die Größe des Gewichts, und unterscheiden auf diese Weise noch Gewichte, die sich wie 29 : 30 verhalten. S. 89. — Der Ortsinn ist in den verschiedenen Theilen der Haut von sehr verschiedener Feinheit, bei dem Drucksinne ist das viel weniger der Fall. S. 89. —

III. Temperatursinn.

Wir kennen die an den Enden der Tastnerven zum Zwecke der Empfindungen von Wärme und Kälte angebrachten kleinen Organe noch nicht. S. 92. 93. —

Wir nehmen nicht die Temperatur unserer Glieder wahr, sondern die Zunahme oder Abnahme derselben. S. 92. 93. — Wir verwechseln das schnelle Sinken oder Steigen der Temperatur unserer Glieder leicht mit dem tiefen Sinken und hohen Steigen derselben. S. 94. — Andere Verhältnisse, welche bewirken, daß wir oft die Temperaturen der Körper nicht richtig wahrnehmen. S. 94. — Körper, die die Wärme gut leiten, und bewegte Flüssigkeiten bringen einen stärkern Eindruck hervor. S. 94. — Die höhere oder niedrigere Temperatur unserer Glieder ändert die Empfindung ab. S. 94. — Das Vermögen, Wärme und Kälte zu empfinden, ist zwar nicht in allen Theilen der Haut in gleicher Vollkommenheit vorhanden, aber die in dieser Hinsicht stattfindende Verschiedenheit ist viel geringer als die Verschiedenheit in der Feinheit des Ortsinns. S. 95. — Sie beruht theils darauf, daß die die Wärme unvollkommen leitende und unempfindliche Oberhaut an manchen Theilen dicker, an andern dünner ist, theils darauf, daß der Temperatursinn in verschiedenem Grade entwickelt ist. S. 96. — Wir verwechseln den stärkeren Eindruck derselben Temperatur mit dem Eindrucke eines höheren Grades von Wärme oder Kälte, und daher scheint uns eine warme Flüssigkeit wärmer, wenn wir die ganze Hand, als wenn wir ein Fingerglied in dieselbe eintauchen: die durch viele empfindliche Punkte der Haut aufgenommenen Wärmeeindrücke scheinen sich im Gehirne, wohin sie fortgepflanzt werden, zu summiren und einen Gesammteindruck hervorzubringen. S. 97. — Die Verschmelzung zweier Temperatureindrücke erfolgt um so leichter, je näher die Theile der Haut einander liegen, auf die sie gemacht werden. S. 97. — Man nimmt den Unterschied zweier Temperaturen am genauesten wahr, wenn man dieselben nacheinander auf dasselbe Glied einwirken läßt. Unter diesen Umständen kann man mit der Hand noch die Verschiedenheit zweier Temperaturen entdecken, die nur $^1/_5$ oder sogar $^1/_6$ eines Grads der Reaumur'schen Scala betragen. S. 98. — Die Theile der Haut, welche einen feineren Ortsinn haben, haben nicht immer auch einen feineren Temperatursinn. S. 99. — Entstehen zwei Empfindungen, wenn sich zwei Tastorgane berühren, von welchen das eine wärmer, das andere kälter ist? S. 100. — Es entstehen allerdings zwei Empfindungen, die sich einander stören, aber beide können nicht gleichzeitig vorgestellt werden. S. 101. — Umstände, von welchen es abhängt, welche von beiden Empfindungen vorgestellt wird. S. 101. — Die Macht, die wir durch die Richtung unserer Aufmerksamkeit darauf ausüben, ist sehr beschränkt. S. 101. — Ueber die kleinsten Verschiedenheiten zweier Gewichte, welche wir noch mit dem Tastsinne wahrnehmen, ferner der Länge zweier Linien, die wir mit dem Gesichte, und der Höhe zweier Töne, die wir mit dem Gehör unterscheiden. S. 104. — Verwandtschaft des Tastsinns mit andern Sinnen, mit dem Gesichtsinne, mit dem Gehörsinne und mit dem Geruch- und Geschmacksinne. S. 107. —

Gemeingefühl. Coenaesthesis.

Gemeingefühlempfindungen sind solche Empfindungen, die wir nicht als Objecte, sondern als Aenderungen unsers Empfindungszustandes auffassen. S. 108. — Verschiedene Sinne verschaffen uns solche Empfindungen, das Gemeingefühl ist daher kein besonderer Sinn. S. 109. — Streitfrage, ob der Gesichtsinn und Gehörsinn uns Gemeingefühlempfindungen verschaffen können. Magendie's Versuche hierüber. S. 110. — Joh. Müllers Ansicht, daß nur die Tastnerven uns Gemeingefühlempfindungen verschaffen könnten. S. 110. — Ob durch den Gebrauch des Aethers und des Chloroforms das Vermögen, Schmerz zu empfinden, aufgehoben werde, während das Vermögen, Berührung zu empfinden, fortdaure? S. 112. — Ob durch die Bleivergiftung oder durch manche Arten von Lähmung und in der Hypochondrie ein solcher Zustand hervorgebracht werde. S. 114. — Ich vermuthe, daß die Entstehung des Schmerzes auf einer weiteren

Ausbreitung der auf das Gehirn fortgepflanzten Eindrücke auf andere Fasern des Gehirns beruhe. S. 116. — Nur die mit Nerven versehenen Theile unsers Körpers haben Gemeingefühl. S. 116. — Werden daher die zu einem Theile gehörenden Nervenstämme durchschnitten, so wird der Theil des Gemeingefühls gänzlich beraubt. S. 117. — Die Tastorgane und Muskeln, welche zu den nervenreichsten Theilen gehören, haben das feinste Gemeingefühl. S. 117. —

Das Gemeingefühl der Haut und der andern Tastorgane.

Schmerz. Schmerz durch Wärme und Kälte. S. 117. — Derselbe ist von der Tastempfindung der Wärme und Kälte zu unterscheiden, denn heftiger Wärmeschmerz und Kälteschmerz sind dieselben Empfindungen, z. B. an entblößten Zahnkeimen, man empfindet Wärmeschmerz und Kälteschmerz in Theilen, die unfähig gemacht worden sind, uns Wärme- und Kälteempfindungen zu verschaffen, auch breiten sich diese Schmerzen viel weiter aus, als die Empfindung einer mäßigen Wärme und Kälte, über den Theil hinaus, auf den eingewirkt worden ist. S. 118. — Umstände, welche die Entstehung von Wärmeschmerz und Kälteschmerz begünstigen. S. 119. — Wasser von einer Temperatur von + 39° R. schwächt noch das Leitungsvermögen der Nerven und erregt zugleich einen geringen Schmerz, wenn es in Bewegung erhalten wird. S. 120. — Die Empfindung der Wärme ist beim ersten Eintauchen der Hand in Wasser von mäßiger Wärme am stärksten, nimmt dann ab und nun beginnt eine Empfindung, die sich bis zum Schmerz steigert. S. 120. — Wasser, welches 20° R. wärmer ist als das Blut, erregt schnell einen heftigen Schmerz, Wasser, welches 20° R. oder sogar 30° R. kälter ist, als das Blut, erregt langsam und nur in geringem Grade Schmerz. S. 121. — Versuche, wie lange ein Fingerglied bei verschiedenen Temperaturgraden des Wassers eingetaucht werden mußte, ehe ein so heftiger Schmerz entstand, daß er uns nöthigte, den Finger herauszuziehen. S. 124. — Erregung von Schmerz durch Kälte. S. 124. — Theile der Haut, welche für die Wärme sehr empfindlich, und wenig empfindlich sind, liegen nahe neben einander. S. 124. —

Schmerz durch Druck und Zug, durch glühendes Eisen, Aetzmittel und durch Zerschneiden der Haut. S. 127. —

Schmerz durch Electricität.

Electricität scheint verhältnißmäßig stärker auf die Bewegung der Muskeln, und weniger auf die Entstehung von Schmerz, Hitze dagegen mehr auf die Entstehung von Schmerz und weniger auf die Bewegung der Muskeln hinzuwirken. S. 128. —

Schauder und Kitzel in der Haut.

Sie dauern länger fort, als die durch die Berührung entstehende Sinnempfindung und wechseln zugleich ihren Ort. S. 129. —

Gemeingefühlempfindungen in Krankheiten,

die durch die Blutbewegung, durch die Absonderung von Säften und durch den Proceß der Ernährung in der Haut entstehen können. S. 131. —

Das Gemeingefühl der Muskeln.

Die Muskeln, obgleich sehr nervenreich, zeigen sich doch nach Bichat's Versuchen, wenn sie gestochen und durchschnitten werden, sehr unempfindlich. S. 131. — Dennoch können sie unter andern Umständen heftig schmerzen, S. 132. — und viele Muskeln sind mit einem überaus feinen Gemeingefühle begabt, wodurch

wir den Grad der Anstrengung der Muskeln wahrnehmen. S. 132. — Heftige Bewegungen animalischer Muskeln, z. B. beim Krampfe und im Rheumatismus, sind mit einem starken Schmerz verbunden. S. 132. — Auch die Bewegungen mancher organischen Muskeln sind von schmerzhaften Empfindungen begleitet, z. B. die des Uterus bei den Wehen, die des Dickdarms beim Tenesmus, die der dünnen und dicken Gedärme bei dem Drange zum Stuhlgange, namentlich bei Durchfällen, die des sich ganz zusammenziehenden Magens beim Hunger, die des Magens und der Speiseröhre beim Ekel, Würgen und Erbrechen, die des Herzens, wenn Hindernisse für den Kreislauf vorhanden sind. S. 132. — Das Wollustgefühl bei der Samenentleerung scheint mit den Bewegungen der Fleischfasern der Samenblasen und der Prostata verbunden zu sein. S. 132. — Uebergang des Gefühls der Anstrengung in das der Ermüdung, und endlich in das des Schmerzes. S. 133. — Dieser Schmerz beruht unstreitig auf einer Mischungsveränderung, welche die Muskeln und ihre Nerven bei zu langer Anstrengung erleiden. S. 133. — Bei der Anästhesie scheint zwar das Empfindungsvermögen der Haut gelähmt zu sein, nicht aber das der Muskeln. S. 136. —

Besonderes Gemeingefühl im Gehirne und Rückenmarke.

Schauder, Ameisenkriechen, Eingeschlafensein der Glieder und Schmerz durch Krampf scheinen bisweilen durch Krankheit des Rückenmarkes und Gehirns zu entstehen. S. 137. — Es ist nicht nöthig, anzunehmen, daß das Gehirn, das Rückenmark und die Nervenstämme durch Nervos nervorum empfindlich gemacht würden. S. 138. —

Gemeingefühl in Organen, welche mit einer Schleimhaut versehen sind.

Kitzel in der Nase, im Kehlkopfe und in der Luftröhre. Schmerz in der Harnröhre. Durst. S. 138. —

Das Gemeingefühl in Theilen, welche nicht reich an Nerven und Blutgefäßen sind.

Alle diese Theile scheinen nur im kranken Zustande fähig zu sein, uns Gemeingefühlempfindungen zu verschaffen. S. 140. — Unstreitig sind es besonders die Blutgefäße, zu welchen sich die diesen Theilen angehörenden Nerven begeben, und daher scheinen dann auch die Veränderungen, welche die Blutgefäße bei der Entzündung dieser Theile erleiden, Schmerz hervorbringen zu können. S. 140. — Haller's und Dörner's Versuche mit Knorpeln. S. 140. — Bromfield's, Pouteau's, Haller's und Bichat's Versuche mit Arterien, S. 140. — Haller's und seiner Schüler Versuche mit sehnigen Theilen. S. 141. — Haller's, Schobinger's, Zimmermann's und Bichat's Versuche mit Bindegewebe und Fett. S. 142. — Duverney's, Monro's, Köhler's und Bichat's Versuche mit Knochenmark. S. 142. — Bichat's Versuche mit Knochen. S. 142. —

Gemeingefühl bei Menschen und Thieren, bei Gesunden und Kranken. S 142. —

Der Tastsinn und das Gemeingefühl.

Ueber die Umstände, durch welche man geleitet wird, manche Empfindungen auf äußere Objecte zu beziehen.

Eine genaue, durch Messungen unterstützte, Untersuchung über den Tastsinn und das Gemeingefühl der Haut und der Muskeln bietet deswegen ein besonderes Interesse dar, weil wir bei keinem anderen Sinnorgane Gelegenheit haben, ohne uns zu schaden, die mannichfaltigsten Experimente anzustellen und in verschiedener Hinsicht Messungen auszuführen, und weil Manches von dem, was wir auf diese Weise an der Haut beobachten, sich nachher auch auf den Gesichtssinn und auf andere Sinne, so wie auch auf das Gemeingefühl anwenden läßt.

Da alle Einwirkungen auf unsern Körper, welche Empfindungen in uns erwecken, Bewegungen sind, die in unsern Körper eindringen und eine Veränderung in unsern Nerven hervorbringen, so sollte man glauben, der Gegenstand der Empfindungen müßte uns stets in den Organen zu liegen scheinen, mittelst deren wir empfinden. Dieses scheint uns auch bei vielen Empfindungen der Fall zu sein. Wenn wir z. B. an Kopfschmerz, Augenschmerz, Ohrenzwang, Zahnschmerz oder an andern Schmerzen leiden, so nehmen wir wahr, daß bestimmte Theile unsers Körpers schmerzen. Wir glauben da die Empfindungen zu haben, wo auf unsere Nerven eingewirkt wird. Wir unterscheiden das, was auf uns einwirkt, nicht von unsern Organen, auf welche eingewirkt wird, sondern fühlen nur die Veränderung, welche in dem Empfindungszustande unsers Körpertheils hervorgebracht wird. Ist das Messer des Operateurs durch die Haut gedrungen, so wird es nicht mehr als ein Gegenstand, der mit den Theilen unsers Körpers in Berührung kommt, empfunden, sondern wir empfinden Schmerz in den verletzten Theilen.

In Theilen, die keine Sinnorgane sind, haben wir nur solche Em-

pfindungen. Mittelst der ausgebildeten Sinnorgane dagegen empfängt der Mensch außer jenen Empfindungen noch andere, durch die er einen außerhalb des Sinnorgans befindlichen Gegenstand wahrzunehmen glaubt.

So meinen wir z. B. die Dinge in einer gewissen Entfernung von uns zu sehen, räumlich von uns getrennt, und doch ist es gewiß, daß die Kraft unserer Nerven hierbei nicht über die Oberfläche unsers Körpers hinaus reicht, und daß wir die Dinge nur dadurch sehen, daß das von ihnen ausgesendete Licht in die Nervenhaut unsers Auges eindringt und dort ein kleines Bild der sichtbaren Gegenstände entsteht. Aber von dieser Berührung unserer Nervenhaut im Auge haben wir nicht das mindeste Bewußtsein, auch dann nicht, wenn wir die größte Aufmerksamkeit darauf richten; wir sind uns dabei nicht einmal bewußt, daß wir unsere Aufmerksamkeit auf einen Theil unserer Nervenhaut im Auge richten, sondern glauben dieselbe auf einen sichtbaren Gegenstand im Raume richten zu können und richten zu müssen.

Bei allen Empfindungen müssen wir die reine Empfindung von unserer Auslegung derselben unterscheiden, die Empfindungen des Hellen und Dunkeln, und der Farben sind reine Empfindungen; daß etwas Helles, Dunkles und Farbiges entweder in uns, oder im Raume vor uns sei und eine Gestalt habe, ruhend sei, oder sich bewege, ist eine Auslegung derselben. Aber diese Auslegung associirt sich so sehr mit der Empfindung, daß sie von ihr unzertrennlich ist und von uns für einen Theil der Empfindung gehalten wird, während sie doch die Vorstellung ist, die wir uns von der Empfindung machen. Aber nicht nur richtige, sondern auch falsche Auslegungen der Empfindungen vermischen sich in manchen Fällen so vollkommen mit ihnen, daß man sie gar nicht davon scheiden kann, auch dann, wenn man den Irrthum und die Ursache des Irrthums erkannt hat. Allen Menschen, auch den Astronomen, scheint die aufgehende und untergehende Sonne und der aufgehende und untergehende Mond einen größeren Durchmesser zu haben, als wenn beide hoch am Himmel stehen. Diese Täuschung beruht aber bekanntlich nicht auf einer Brechung, die das Licht in der Atmosphäre erleidet und durch die ein größeres Bild in unserm Auge auf der Nervenhaut entsteht, vielmehr ist der Gesichtswinkel, unter welchem wir diese Himmelskörper in den beiden Fällen sehen, wie die Messung beweist, genau derselbe, sondern sie beruht auf einer falschen Auslegung, die ein Jeder durch die Umstände genöthigt wird zu machen, so daß wohl noch Niemand sich davon freigehalten hat, und sie ist so unzertrennlich mit dem Anblicke des aufgehenden Mondes und der aufgehenden Sonne verbunden, daß wir sie von dem, was wir empfinden, nicht zu unterscheiden

vermögen. Wir glauben unmittelbar wahrzunehmen, daß die aufgehende Sonne und der aufgehende Mond einen größeren Durchmesser haben, als wenn sie hoch am Himmel stehen. Aber wir sind uns nicht einmal des Grundes bewußt, der uns zu dieser falschen Auslegung unserer Empfindungen verleitet. Er liegt darin, daß uns die aufgehende Sonne und der aufgehende Mond weiter von uns entfernt zu sein scheinen, als wenn sie hoch am Himmel stehen. Denn Körper, welche unter demselben Gesichtswinkel gesehen werden, erscheinen uns größer, wenn wir sie für entfernter halten, und umgekehrt. Daß wir aber jene Himmelskörper, wenn sie am Horizonte stehen, für entfernter halten, als wenn sie sich hoch am Himmel befinden, hängt damit zusammen, daß uns das Himmelsgewölbe nicht wie eine halbe Hohlkugel, sondern wie ein kleineres Segment einer Hohlkugel, also etwa wie ein sehr gewölbtes Uhrglas erscheint. Davon kann sich Jeder leicht überzeugen, wenn er sich zu dem Himmelsgewölbe, das er über sich sieht, ein zweites nach unten gekrümmtes Gewölbe von derselben Gestalt hinzu denkt, wo er dann leicht bemerken wird, daß beide zusammen nicht eine Kugel, sondern eine Linse bilden. Scheint uns nun das Himmelsgewölbe keine Halbkugel, sondern ein kleineres Segment einer Kugel zu sein, so scheint uns die Entfernung des Zeniths kleiner zu sein als die bis zum Horizonte. Hier entsteht nun freilich wieder die neue Frage, warum das Himmelsgewölbe uns ein kleineres Segment der Kugel zu sein scheint. Viele entfernte Gegenstände, über deren Größe wir unterrichtet sind, projiciren sich auf den Horizont. Hierdurch belehren wir uns davon, daß der dem Horizonte nahe Theil des Himmels sehr weit entfernt sei, während es uns bei der Schätzung der Entfernung des Zeniths an solchen Anhaltungspunkten fehlt. Auch kann der Umstand etwas dazu beitragen, daß alle Körper desto nebliger erscheinen, je entfernter sie sind, daß wir daher gewohnt sind, neblig erscheinende Körper für entfernter zu halten, und daß Sonne und Mond desto nebliger erscheinen, je näher sie am Horizonte stehen.

Wir machen aber nicht nur beim Sehen die Erfahrung, daß wir den auf uns gemachten Eindruck da nicht zu empfinden glauben, wo er unsere Nerven trifft, ihn vielmehr aus einem von uns entfernten Theile des Raums herleiten, und dort den auf uns wirkenden Körper wahrzunehmen glauben; sondern dasselbe ereignet sich auch bei der Wahrnehmung des Drucks mittelst der Tastorgane. Die Haare sind völlig unempfindliche Hornfäden, welche verbrennen können, ohne daß wir eine Empfindung davon haben, die aber wie Sonden eine ihnen mitgetheilte Bewegung oder einen Druck bis zu den empfindlichen Theilen in der Haut fortleiten können,

an denen sie angewachsen sind. Wird nun der Bart, z. B. der Backenbart, leise berührt, so glauben wir den auf die Barthaare ausgeübten Druck nicht im Innern unserer Haut zu empfinden, an den empfindlichen Theilen, wohin er durch die Hornfäden fortgepflanzt wird und auf unsere Nerven wirkt, sondern wir glauben den Druck in einiger Entfernung von unserer Haut zu empfinden, in der sich die berührten Theile der Haare befinden. Dieselbe Bemerkung machen wir bei den Zähnen. Die harten Theile der Zähne sind unempfindlich. Man kann Stücke davon abfeilen, ohne einen Schmerz zu erregen. Nur die nervenreiche Haut, welche die Zahnwurzeln umgiebt und in den Zahnzellen der Kinnlade befestigt ist und der Zahnkeim, der die kleine Höhle im Zahne ausfüllt, sind empfindlich. Bringen wir nun ein Holzstäbchen zwischen die Zähne und betasten es mit denselben, so glauben wir das Stäbchen zwischen den Zähnen zu fühlen, wir meinen den Widerstand, den es uns leistet, an der Oberfläche der Zähne zu fühlen, wo wir doch, da sie ohne Nerven ist, gar nicht empfinden können. Wir haben aber nicht die mindeste Empfindung vom Drucke an der in der Zahnzelle verborgenen Oberfläche der Zahnwurzel, wohin sich wirklich der Druck zu der die Zahnwurzel umgebenden nervenreichen Haut fortpflanzt, und daselbst auf die Nerven wirkt.

Aber nicht nur an die Oberfläche der unempfindlichen Substanzen, welche unsere Haut bedecken, versetzen wir den Ort des empfundenen Druckes, sondern auch an das Ende eines Stäbchens, das wir zwischen unsere Fingerspitze und einen Widerstand leistenden Körper, z. B. die Tischplatte, stemmen. Fechner hat mich darauf aufmerksam gemacht, daß man unter diesen Umständen den Druck an zwei Orten zugleich zu empfinden glaube, da, wo das obere Ende des Stäbchens unsere Finger und da, wo das untere Ende desselben den Tisch berührt. Es scheint, als hätten wir gleichzeitig 2 Empfindungen an 2 durch die Länge des Stäbchens getrennten Orten. Ich habe die Umstände, wovon hierbei die Entstehung einer doppelten Empfindung abhängt, erörtert. Wenn man das Stäbchen an der Oberfläche des Tisches unbeweglich befestigt, indem man es anleimt, oder daselbst fest einklemmt, so fällt die zweite Empfindung, die wir am unteren Ende des Stäbchens zu haben glaubten, sogleich weg und es bleibt nur die Empfindung übrig, die wir da zu haben glaubten, wo das Stäbchen unsere Finger berührt. Könnten wir das Stäbchen unbeweglich an unsere Finger befestigen, während das untere Ende am Tische beweglich bliebe, so würde die Empfindung an der Oberfläche des Fingers wegfallen, und wir würden nur den Druck da zu empfinden glauben, wo das untere Ende des Stäbchens den Tisch berührt. In der That, die Zähne sind

solche Stäbchen, die mit ihrem einen Ende unbeweglich in der Zahnzelle befestigt sind, und hier zeigt es sich nun auch, daß wir an dem Orte, wo sie die nervenreiche Haut der Zahnzelle berühren, die sie befestigt, keinen Druck empfinden, sondern daß wir den Druck nur an der freien Oberfläche des Zahns zu empfinden glauben. Nur wenn ein Zahn in beträchtlichem Grade wackelt und sich in der Zahnzelle bewegt, hat man, wie ich mich selbst überzeugt habe, indem man ihn an einen festen Körper andrückt, 2 Empfindungen, die eine an der Oberfläche der Wurzel, die andere an der Oberfläche der Krone.

Wir haben hier also Gelegenheit, die Umstände näher zu untersuchen, welche uns veranlassen unsere Empfindung so auszulegen, daß wir annehmen, das entfernte Ende des Stäbchens berühre einen zweiten Widerstand leistenden Körper, und derselbe befinde sich von uns in einer bestimmten Entfernung. Wir empfinden die Berührung des Stäbchens und des Tisches am deutlichsten, wenn wir das obere Ende des Stäbchens sammt dem Finger um das untere Ende des Stäbchens auf dem Tische in einem Kreisbogen bewegen. Da nun das Stäbchen in allen Lagen, in die es hierbei successiv kommt, in einer gewissen Richtung Widerstand leistet, und da alle diese Richtungen den Radien des Kreisbogens entsprechen, in welchem wir unsere Finger bewegen, so urtheilen wir, daß da, wo alle diese Richtungen, in welchen das Stäbchen Widerstand leistet, zusammenkommen, ein Widerstand leistender Körper befindlich sein müsse, der, weil er unbeweglich ist, von dem beweglichen Stäbchen unterschieden wird. Je mehr sich das Stäbchen und der Finger gemeinschaftlich bewegen, desto deutlicher empfinden wir, daß das Stäbchen den Tisch berührt, je mehr sich dagegen der Finger auf dem oberen Ende des Stäbchens bewegt, und je weniger das Stäbchen an der Bewegung unsers Fingers Theil nimmt, desto deutlicher empfindet man, daß unser Finger das obere Ende des Stäbchens berührt, und desto undeutlicher empfindet man die Berührung des Tisches. Hier leuchtet nun recht klar ein, wie wir das zu empfinden glauben, was wir durch ein Urtheil erkennen würden, welches auf eine Vergleichung vieler Empfindungen und auf das Bewußtsein von unserer eignen Bewegung gegründet ist. Entweder ist es nun also unser Verstand, durch welchen wir unsere Empfindungen mit Berücksichtigung aller dieser Umstände auslegen, und die Auslegung beruht wirklich auf einem Urtheile, d. h. auf einem synthetischen Urtheile, welches schon gefällt wird, ehe wir uns durch Worte bezeichnete Begriffe gebildet haben, oder es wirkt in uns ein stellvertretender Verstand, d. h. unsere Seele wird, ohne eine Einsicht in die Verhältnisse zu haben, durch eine unbekannte Ursache bestimmt, diesen

Verhältnissen gemäß sich die Empfindungen vorzustellen, gleichsam durch einen intellectuellen Instinct. Auf gleiche Weise beruhet die Erscheinung, daß der Schall nicht im Kopfe empfunden wird, wo er unsere Gehörnerven erschüttert, sondern außerhalb unsers Kopfes, auf einem sehr zusammengesetzten Urtheile. Wir machen z. B. folgende Erfahrung: bei derjenigen Stellung unsers Kopfes, wo das eine Ohr, z. B. das rechte, dem Orte, von wo der Schall ausgeht, zugekehrt und das andere Ohr von demselben abgekehrt ist, bemerken wir, daß der Schall durch das erstere viel stärker als durch das letztere gehört wird. Wenn wir nun aber unsern Kopf drehen, während der Ton auf gleiche Weise erregt wird, so nimmt die Stärke der Empfindung in dem rechten Ohre in demselben Grade mehr und mehr ab, als sie im linken Ohre zunimmt. Endlich, wenn unser Gesicht oder unser Hinterhaupt dem Orte zugekehrt ist, von wo der Schall ausgeht, so ist die Stärke der Empfindung in beiden Ohren gleich und wird von nun an, wenn man den Kopf zu drehen fortfährt, im linken Ohre stärker und im rechten schwächer, bis endlich hinsichtlich dieser Verschiedenheit der Empfindung der höchste Grad eintritt. Die Beobachtung, daß die Drehung unsers Kopfs auf eine so gesetzmäßige Weise die Stärke der Empfindung abändert, führt uns zu der Vermuthung, daß die Ursache des Schalls unverändert und an demselben Orte bleibe, und daß die Empfindung nur durch die Bewegung unseres Kopfs zu- und abnehme, und daß sich also die relative Lage der Ursache des Schalls zu unsern Ohren durch unsere Bewegung ändere. Hieraus geht hervor, daß die Ursache des Schalls, wenn sie gleichmäßig fortwirkt, nicht in uns sein könne, sondern außer uns existiren müsse, denn sonst würde sie sich zugleich mit uns bewegen, und also, während wir uns bewegen, unverändert bleiben. Alle jene Erscheinungen lassen sich im Einzelnen vollständig erklären, wenn wir annehmen, daß die Empfindung des Schalls desto stärker werde, je mehr die Oeffnung unsers Ohrs nach derselben hingerichtet sei. Die Hypothese, daß eine physische Ursache des Schalls außerhalb unsers Körpers liege, bestätigt sich noch außerdem auf mannichfaltige Weise, z. B. indem wir uns dem Orte des Schalls nähern oder uns von demselben entfernen, und die Empfindung dadurch verstärken oder schwächen. Auf eine ähnliche Weise überzeugen wir uns davon, daß die Ursache vieler Gerüche außerhalb unsers Körpers im Raume zu suchen sei, und nicht da, wo die Riechstoffe die Schleimhaut unserer Nase berühren. Wäre es uns unmöglich, die Geruchempfindung durch unsere Annäherung an die Quelle des Geruchs zu verstärken, und durch unsere Entfernung von derselben zu vermindern, so wie auch den Geruch durch das Einziehen von Luft in die Nase

deutlicher zu machen, entbehrten wir also des Vermögens, durch unsere absichtliche Bewegung die Empfindung der Gerüche zu verstärken und zu schwächen, so würden wir die Ursache der Gerüche nur in uns selbst suchen, eben so, wie wir die Ursache der Empfindungen des Schmerzes, des Ekels, des Hungers und Durstes in uns selbst suchen; dasselbe bestätigt sich auf eine interessante Weise bei der Wahrnehmung der Wärme. Die Temperatur unserer Haut kann auf eine doppelte Weise erhöht werden, durch eine vermehrte Zuführung von Wärme von innen, wenn mehr warmes Blut in die Haut strömt, und durch die vermehrte Mittheilung von Wärme von außen. In beiden Fällen fühlen wir, daß unsere Haut wärmer wird. Uebt der Körper, der uns mehr Wärme von außen mittheilt, zugleich einen Druck auf unsere Haut aus, so sind wir nicht zweifelhaft, daß die Wärme von außen komme, wir fühlen dann, daß der drückende Körper warm sei. Wirkt aber die strahlende Wärme, oder die ruhige erwärmte Luft, die uns ringsum umgiebt, auf uns ein, so ist es viel schwerer zu entscheiden, ob die Wärme von außen oder von innen auf uns wirke. Aber auch bei der Beurtheilung dieser Empfindungen wird man durch ähnliche Betrachtungen geleitet, wie in den erwähnten Fällen. Läßt man Jemanden seine Augen schließen und nähert seinem Gesichte, bis auf die Entfernung von 1 oder 2 Zoll, einen runden glühenden Eisenstab, der etwa $\frac{1}{3}$ Zoll im Durchmesser hat, so daß er eine senkrechte Lage vor dem senkrecht stehenden Gesichte hat, und läßt der Person dann den Kopf wiederholt nach rechts und links drehen, so empfindet sie sehr bestimmt die Lage des wärmenden Stabes in einer gewissen Entfernung vor dem Gesichte. Indem nämlich der Kopf um seine senkrechte Axe gedrehet wird, wirft der Stab seine Wärmestrahlen am stärksten auf die nächsten Theile des Gesichts, die dann bei der Drehung desselben andere und andere sind. Wäre die Wärmequelle in unserer Haut, so würde sie sich zugleich mit unserer Haut bewegen und ihren relativen Ort beibehalten. Daraus, daß gewisse, in einer senkrechten Linie gelegene, Theile der Haut viel stärker als andere erwärmt werden, und daß, wenn wir den Kopf drehen, andere und andere Theile der Haut in einer gewissen Ordnung von der Wärme afficirt werden, welche bei dem Zurückdrehen des Kopfs die umgekehrte ist, schließen wir auf eine ruhende Wärmequelle von linienförmiger Gestalt, die in einer bestimmten Entfernung vor unserm Gesichte liegt.

Daraus nun, daß man beim Sehen im Auge, beim Hören im Labyrinthe des Ohrs, beim Riechen in dem Theile der Nase, welcher der Sitz des Geruchsinns ist, keine örtliche Empfindung hat, daß man dagegen an der Oberfläche der Zähne und der Haare die diese Theile berührenden Körper zu

fühlen glaubt, während es doch gewiß ist, daß die harten Theile der Zähne und die Haare völlig unempfindlich sind, daraus ferner, daß, wie Joh. Müller gezeigt hat, ein Druck, der auf einen viele Tastnerven enthaltenden Nervenstamm ausgeübt wird, einen Schmerz erzeugt, der seinen Sitz nicht blos an der gedrückten Stelle hat, sondern auch in den oft ziemlich entfernten Theilen, zu welchen sich die gedrückten Nervenfäden erstrecken, daraus endlich, daß Krankheiten vorkommen, bei welchen heftige Schmerzen in den vom Gehirne und Rückenmarke entfernten Theilen empfunden werden, während der Ort, wo die störende Einwirkung auf die Nerven geschieht, im Rückenmarke oder im Gehirne liegt, darf man vermuthen, daß wir durch die reine Empfindung ursprünglich gar nichts über den Ort wissen, wo auf den die Empfindung vermittelnden Nerven eingewirkt wird, und daß alle Empfindungen ursprünglich nur unser Bewußtsein anregende Zustände sind, welche dem Grade und der Qualität nach verschieden sein können, aber unmittelbar keine räumlichen Verhältnisse zu unserem Bewußtsein bringen, sondern nur mittelbar, durch die Anregung einer Thätigkeit unserer Seele, mittelst deren wir uns die Empfindungen vorstellen und in Zusammenhang bringen, und zu welcher wir durch eine angeborne Seelenanlage oder Seelenkraft angetrieben werden.

Verschiedenheit der Empfindung von der Vorstellung der Empfindung.

Die Art und Weise, wie wir bei der Auslegung unserer Empfindungen zu Werke gehen, hängt nicht ganz von unserer freien Selbstbestimmung ab, sondern wir sind durch eine unbekannte Ursache genöthigt, die Empfindungen nach den Categorien des Raums, der Zeit und der Zahl uns vorzustellen und in einen Zusammenhang zu bringen. Würde unsere freie Selbstbestimmung bei der Auslegung der Empfindungen nicht unterstützt durch diesen Zwang, so würden wir unstreitig niemals zu sinnlichen Vorstellungen gelangen. Diese Vorstellungen sind also nicht das Resultat der Erfahrung, sondern Erfahrung wird erst dadurch möglich, daß wir das Vermögen besitzen, uns die Empfindungen nach den Categorien des Raums, der Zeit und der Zahl zu deuten. Daß wir zu jener Auslegung der Empfindungen nicht durch eine freie Thätigkeit unserer Seele gelangt sind, dessen werden wir uns bewußt, wenn wir eine andere Auslegung versuchen. Denn wir werden uns dann bewußt, daß wir die Empfindungen so

auslegen müssen, und daß wir in dieser Auslegung nicht das Geringste ändern können. Wir können keine der 3 Dimensionen des Raums hinweglassen, und eben so wenig den 3 Dimensionen des Raums noch eine vierte hinzufügen. Wir können uns die ganze Körperwelt hinweg denken, aber Raum und Zeit bemühen wir uns vergeblich hinwegzudenken. Wenn man den Begriff des Instincts allgemeiner fassen will, als es gewöhnlich geschieht, wenn man die unbekannte Ursache von einer jeden angebornen zweckmäßigen Thätigkeit, zu der sich die Seele nicht selbst bestimmt, Instinct nennen will, mag sich nun diese Thätigkeit auf die Bildung von Vorstellungen, oder auf die Hervorbringung von Bewegungen beziehen; so kann man jene Seelenanlage auch als einen intellectuellen Instinct bezeichnen. Die Thiere sind, wie es scheint, durch dieselbe unbekannte Ursache genöthigt, sich die Empfindungen nach den Categorien des Raums, der Zeit und der Zahl auszulegen, wenn sie auch unfähig sind, sich dieser Thätigkeit in abstracto bewußt zu werden, und sich also die Begriffe von Raum, Zeit und Zahl zu bilden. Es ist nicht daran zu denken, daß sie blos reine Empfindungen hätten. Die vollkommneren Thiere geben Beweise genug, daß sie die Empfindungen, die ihnen das Auge verschafft, nicht im Auge zu haben glauben, z. B. ein Hund, indem er das ihm zugeworfene Fleisch mit dem Maule auffängt. Niemand kann daran zweifeln, daß Hunde, Katzen, Pferde das, was sie hören und riechen, nicht in sich, sondern außer sich im Raume suchen.

Wir haben uns daher in Acht zu nehmen, folgende Vorgänge in uns nicht mit einander zu verwechseln:

1) die Bewegungen in den uns umgebenden Körpern, die sich in die Materie unserer Sinnorgane hinein fortsetzen;
2) die Bewegungen in unseren Nervenfäden, die von jenen Bewegungen verursacht werden, aber von anderer Art sind;
3) die Veränderungen in unserm Bewußtsein, welche durch die Nervenbewegungen angeregt werden und die wir Empfindungen nennen;
4) die Vorstellung der Empfindungen in den Categorien der Zeit, des Raums und der Zahl;
5) die abstracten Begriffe der genannten und aller andern Categorien, so wie die durch ihre Zusammensetzung entstehenden Begriffe.

Damit die Vorstellung einer Empfindung zu Stande komme, muß die Aufmerksamkeit auf die vorzustellende Empfindung hingewendet werden, während die Empfindung allein auch zu Stande kommt, wenn wir unsere Aufmerksamkeit mit aller Anstrengung auf einen andern Gegenstand richten.

Empfindungen, die wir uns in den Categorien des Raums, der Zeit und der Zahl vorgestellt haben, werden leichter im Gedächtnisse aufbewahrt, dagegen machen reine Empfindungen, die man sich nicht vorgestellt hat, keinen dauernden Eindruck und können sich daher nicht leicht associiren. Jeder macht die Erfahrung, daß viele Gegenstände in sein Auge fallen, während er nur die wenigen sieht, auf die er seine Aufmerksamkeit richtet, und daß, während er eifrig beschäftigt ist, so mancher Schall in sein Ohr dringt, ohne daß er ihn hört. Es fragt sich hier, ob jene Eindrücke gar nicht zum Bewußtsein gekommen sind und also nur Nervenbewegungen, aber keine Veränderung im Bewußtsein angeregt haben. Ich glaube annehmen zu dürfen, daß jene Eindrücke wirklich eine Veränderung im Bewußtsein erzeugen, diese aber keine Spur hinterlassen und daher uns alsbald entschwinden. Die durch die Einwirkung auf unsern Körper angeregte Nervenbewegung kann, wenn sie stark genug ist, länger dauern als die Einwirkung, und daher können wir uns eine Empfindung bisweilen noch vorstellen, wenn die äußere Bewegung schon vorüber ist. Wir können beim Blitze eine Gegend sehen und beim electrischen Funken einige Buchstaben lesen, ungeachtet beide nur momentan sind.

Ich kann, während ich die Schläge einer Uhr zähle, auch die Gestalt der Lichtflamme sehen und die Gestalt eines Körpers fühlen, den ich in der Hand halte, und es scheint hiernach, daß man zu gleicher Zeit verschiedene Empfindungen sich vorstellen könne. Ein solcher Versuch reicht aber nicht aus das zu beweisen, denn es läßt sich denken, daß unsere Aufmerksamkeit in den Zwischenzeiten zwischen den Pendelschlägen auf die Lichtflamme, und dann wieder auf die Gestalt des fühlbaren Körpers gerichtet werde, und dieses Hin- und Herwenden der Aufmerksamkeit so schnell und so oft wiederholt werde, daß es uns vorkommt, als stellten wir uns gleichzeitig und ohne Unterbrechung alle diese 3 Empfindungen vor. Wie wenig Zeit zur Vorstellung einer Empfindung nöthig ist, sieht man bei geübten Correctoren, welche die zu corrigirenden Druckbogen ziemlich schnell lesen und doch sich jeden Buchstaben genau genug vorstellen, um auf die vorhandenen Fehler aufmerksam zu werden. Beim Sehen kann ich beweisen, daß der Theil der Nervenhaut des Auges, mit dem wir deutlich sehen, nur etwa $\frac{1}{3}$ Linie groß ist. Wir müssen daher unser Auge von einem Theile zum andern wenden, damit sich nach und nach jeder Theil eines größeren Gegenstandes auf dieser kleinen sehr empfindlichen Stelle der Nervenhaut abbilde. Dessen ungeachtet glauben wir gleichzeitig Körper zu übersehen, die sich auf einmal gar nicht auf jener Stelle der Nervenhaut abbilden können. Was wir successiv vollbringen, glauben wir gleichzeitig

auszuführen; die genaueren Untersuchungen von Bessel*) scheinen im Gegentheile zu beweisen, daß man sich nicht völlig gleichzeitig eine Gesichtsempfindung und eine Gehörsempfindung vorstellen könne. Bei den mit dem Passageinstrumente auszuführenden Beobachtungen kommt es darauf an, daß der Astronom zweimal die Entfernung eines Sterns von einem im Fernrohre ausgespannten Faden schätzt, vor welchem der Stern vorbeigeht und bestimmt, wie weit der Stern vom Faden entfernt war beim ersten Pendelschlag der Uhr, ehe er den Faden erreicht hatte, und wie weit beim zweiten Pendelschlage, nachdem er den Faden passirt hatte. Hierbei zeigt es sich nun, daß die Beobachtungen auch der geübtesten Beobachter nicht unbeträchtlich von einander abweichen, weil, wie Bessel behauptet, der eine erst den Pendelschlag hört, und dann die Entfernung sieht, der andere dagegen erst die Entfernung des Sterns von den Fäden sieht, und dann den Pendelschlag hört.

Bessel's Annahme scheint durch folgende von mir gemachte Beobachtung bestätigt zu werden, welche zu beweisen scheint, daß man nicht vermag, sich zwei verschiedene Gehörempfindungen, von welchen die eine im rechten, die andere im linken Ohre entsteht, in ihren Zeitverhältnissen gleichzeitig vorzustellen. Wenn ich zwei Taschenuhren, deren Schlag nicht genau dieselbe Geschwindigkeit hat, nahe vor ein Ohr halte, so daß ihr Schlag nur mittelst dieses Ohrs und nicht durch das andere gehört wird, so unterscheide ich die Perioden, wo die Schläge beider Uhren zusammenfallen, von den Perioden, wo die Schläge der einen Uhr zwischen die Schläge der andern fallen, und kann sie als einen sich wiederholenden Rhythmus auffassen. Halte ich dagegen vor jedes Ohr eine Uhr, so nehme ich zwar wahr, daß die eine geschwinder schlägt als die andere, bin aber nicht im Stande, jenen sich wiederholenden Rhythmus aufzufassen, und der Schlag beider Uhren macht daher einen ganz andern Eindruck, als im ersten Falle. Aus demselben Grunde ist man verhindert den Herzschlag zu hören und zugleich den Pulsschlag zu fühlen.

Ueber die Ursachen, warum wir nur manche Empfindungen auf äußere Objecte beziehen können.

Aber nicht vermittelst aller Theile unsers Körpers, sondern nur ver-

*) Bessel, astronomische Beobachtungen. VIII. Abtheilung. Königsberg, 1823. Einleitung. Der Unterschied zeigte sich zwischen Bessel und andern Beobachtern bis etwas über 1 Secunde. — Struve, Expedition chronométrique exécutée en 1843 entre Poulkova et Altona. St. Pétersbourg 1844, Pag. 29. Bei den hier mitgetheilten Beobachtungen geht der Unterschied nicht über $\frac{3}{10}$ einer Secunde.

mittelst der Sinnorgane bekommen wir Empfindungen, die wir so auszulegen vermögen, daß wir die auf uns einwirkenden Dinge von unsern empfindlichen Theilen unterscheiden und sie als Objecte wahrnehmen, welche unsere Organe berühren, oder sogar durch größere Strecken des Raums von ihnen getrennt sind. Mit der einen Hand können wir die andere, mit der Zungenspitze können wir die Zähne, und umgekehrt mit den Zähnen die Zungenspitze in unserm Munde befühlen, und als äußere Gegenstände wahrnehmen. Auf gleiche Weise würden wir viele im Innern unsers Körpers gelegene Theile durch die benachbarten Theile, welche auf sie drücken und sich dabei bewegen, befühlen können, und eine Kenntniß von der Gestalt und Lage derselben erlangen, wenn die innern Theile mit den Einrichtungen des Tastorgans versehen wären.

Aber unsere Sinnorgane sind nicht nach Innen, sondern nach Außen gerichtet, damit die Seele die Eindrücke der äußeren Welt empfinge, wobei sie sehr gestört werden würde, wenn die Vorgänge in unserm Innern immerfort ihre Aufmerksamkeit auf sich zögen. Ein Darm berührt den andern und reibt sich an ihm, die Lungen reiben sich an der die Brusthöhle überziehenden Haut der Pleura, ein Muskel drückt auf den andern und reibt sich an ihm, aber wir haben keine Empfindung davon. Es ist schon oben bemerkt worden, daß wir das Zwerchfell, diese große gekrümmte muskulöse Haut, welche die Bauchhöhle von der Brusthöhle trennt, willkürlich bewegen, und dadurch die großen und schweren Organe, den Magen, die Leber und die Milz mit großer Kraft in die Bauchhöhle hinabdrücken können, so daß sich die nachgebenden Wände des Bauchs anspannen, z. B. beim Einathmen oder bei der Anstrengung zum Stuhlgange, und daß wir dessen ungeachtet mit der größten Aufmerksamkeit nichts von der Existenz des Magens, der Leber und Milz wahrnehmen und gar nicht fühlen, daß irgend etwas unserm Zwerchfelle gegenüber liegt. Wir fühlen in der That nur, daß wir bald eine größere, bald eine geringere Anstrengung machen, und empfinden zugleich die zunehmende Anspannung der Haut des Unterleibes, welche durch die herabgedrückten Unterleibsorgane hervorgebracht wird. Und doch ist das Zwerchfell nicht unempfindlich. Wir können darin heftige rheumatische Schmerzen bekommen und haben auch eine Empfindung von dem Grade der Anstrengung, mit welcher wir dasselbe bewegen, aber keine von dem Drucke, den es erleidet, wir haben überhaupt keine Empfindung in demselben, wodurch wir uns eine Vorstellung von seiner Gestalt und Lage bilden könnten. So Mancher, der keine anatomischen Kenntnisse besitzt, befindet sich in dem Irrthume, das Zwerchfell dränge beim Einath-

men die Theile in der Brust in die Höhe, während es dann bekanntlich im Gegentheile die Organe in der Unterleibshöhle abwärts drängt.

Worin liegt nun die Ursache, daß das Empfindungsvermögen nur in manchen Theilen so ausgebildet werden kann, daß wir Objecte wahrnehmen, und daß es in andern Theilen bei der größten Mühe und Aufmerksamkeit unmöglich ist, so daß wir daselbst nur eine Veränderung unsers eignen Empfindungszustandes fühlen?

Die Ursache liegt darin, daß die letzteren Theile so eingerichtet sind, daß daselbst weder die eigne Bewegung unsers Körpers, noch die Bewegung der zu empfindenden Objecte eine hinreichend bemerkbare Abänderung der Empfindung hervorbringt. Die Bewegung unserer Organe, so wie die der zu empfindenden Objecte, kann aber auf eine doppelte Weise eine Abänderung der Empfindung hervorbringen, dadurch, daß die Empfindung stärker und schwächer wird, und dadurch, daß zu Folge der Bewegung andere und andere Theile des empfindlichen Organs auf eine von uns unterscheidbare Weise afficirt werden. In Theilen, wobei das nicht der Fall ist, gelingt es nicht, die Empfindungen so auszulegen, daß man Objecte wahrnimmt. Das Zwerchfell z. B. kann zwar absichtlich bewegt werden, aber es fehlen ihm die Einrichtungen, wodurch die verschiedenen Grade des Widerstands (Drucks), die es bei seiner mehr oder weniger kraftvollen Bewegung erleidet, unterschieden werden können, so wie auch die Einrichtungen, wodurch unterschieden werden kann, ob dieser oder jener Theil des Zwerchfells einen Druck erleidet.

Damit aber die Eindrücke, welche benachbarte Theile eines Organs treffen, nicht dieselbe Empfindung, sondern mehrere unterscheidbare Empfindungen hervorbringen, ist eine besondere Einrichtung des empfindlichen Theils nöthig, und eben so erfordert es eine besondere Einrichtung desselben, damit schon schwache Eindrücke so deutlich empfunden werden, daß man viele verschiedene Grade der Stärke derselben unterscheiden könne.

Wir machen die Bemerkung, daß die Sinnorgane bei gleicher Oberfläche viel zahlreichere Nervenfäden besitzen als andere Theile, und haben Ursache zu vermuthen, daß die Nervenfäden derjenigen Sinnorgane, welche außer den besonderen Empfindungen, die sie uns verschaffen, der Sitz eines feineren Ortsinns sind, so geordnet sind, daß die Ordnung der peripherischen Enden derjenigen Ordnung in gewissem Grade entspricht, die sie an ihrer centralen Endigung haben, während die Nervenfäden in den Stämmen dieser Nerven in keiner bestimmten Ordnung liegen und daher nicht immer denselben Weg nehmen. Nur die dem Willen unterworfenen Mus-

keln stehen den Sinnorganen, hinsichtlich der großen Zahl der Nervenfäden, die sie besitzen, zur Seite, aber hier sind es nicht die Empfindungsnerven, sondern die Bewegungsnerven, welche so zahlreich sind. Denkt man sich alle Muskelnerven, alle Nerven der mit Tastsinn versehenen Haut, und die andern Sinnesnerven für das Gesicht, für das Gehör, für den Geschmack und für den Geruch hinweg, so bleiben für alle übrigen empfindlichen Theile außerordentlich wenig Nerven übrig. Je dichter gedrängt die Fäden der Empfindungsnerven in den Tastorganen liegen, desto mehr können die Empfindungen schon auf kleinen Theilen dieser Organe local unterschieden werden. An den Fingerspitzen und an der Zungenspitze, welche dichter gedrängte Nervenfäden besitzen, können z. B. die Eindrücke schon auf so kleinen Theilen des Organs local unterschieden werden, auf welchen sie auf dem Arme oder auf dem Rücken, wo die Nervenfäden weitläuftiger sind, nicht unterschieden werden können. Ziemlich kraftvolle Bewegungen der schweren Körper sind erforderlich, um mittelst der Tastorgane eine Empfindung zu erregen, viele weniger kraftvolle Bewegungen der schweren Körper bringen im Gehörorgane die Empfindung des Schalls hervor, nur in dem Auge können die äußerst schwachen und schnell wiederholten Bewegungen des imponderablen Lichtäthers, welche die Ursache des Lichts sind, eine Empfindung erwecken, die doch den leichtesten Körper, z. B. ein Sonnenstäubchen, nicht in eine merkliche Bewegung versetzen können. Je schwächer die Bewegungen sind, die noch einen merklichen Eindruck hervorbringen sollen, desto dichter liegen die äußern Enden der Empfindungsnerven. Zwischen den Enden der Tastnerven ist viel unempfindlicher Stoff; an den Orten, wo sich die Gehörnerven im Labyrinthe des Gehörorgans endigen, liegen die Nervenfäden sehr dicht, am dichtesten mögen sie an der empfindlichsten Stelle der Nervenhaut, in der Augenaxe des Auges liegen.

Aus den oben mitgetheilten Erfahrungen geht hervor, daß die in uns erweckte Vorstellung der Bewegung und die Unterscheidung, ob unsere Organe ruhen und die zu empfindenden Körper sich bewegen, oder ob die zu empfindenden Körper ruhen und unsere Organe sich bewegen, uns veranlassen, unser Subject von den Objecten, oder was dasselbe ist, die die Empfindung vermittelnden Organe von den auf sie wirkenden Körpern als räumlich getrennte Dinge zu unterscheiden. Wo daher die eigne Bewegung unserer Organe, oder die Bewegung der zu empfindenden Objecte keine hinreichend bemerkbare Abänderung der Empfindung hervorbringt, gelingt es uns nicht, auch bei der größten Aufmerksamkeit, die Objecte von unsern empfindlichen Theilen zu unterscheiden.

Eine Abänderung der Empfindung durch jene Bewegungen wird hervorgebracht, wenn Eindrücke, die sonst völlig gleich sind, sich unterscheiden lassen, weil sie auf 2 verschiedene Theile unsers Körpers gemacht werden. Hierzu ist erforderlich, daß die beiden Theile ihre Empfindlichkeit nicht einem und demselben elementaren Nervenfaden verdanken. Damit dieses Ortgefühl noch mehr vervollkommnet werde und ein Ortsinn entstehe, scheint eine besondere Einrichtung im Nervensysteme erforderlich zu sein, die darin besteht, daß das empfindliche Organ in kleine neben einander liegende Abtheilungen (Gefühlkreise) getheilt ist, von welchen jede einen besondern Nervenfaden bekommt, der getrennt von andern Nervenfäden bis zum Gehirne läuft. Zugleich darf man vermuthen, daß die von jenen Abtheilungen ausgehenden Nervenfäden in einer ähnlichen Ordnung im Gehirne, als in dem empfindlichen Organe neben einander liegen. Manche Erscheinungen, die man bei der durch einen Bluterguß im Gehirne entstehenden halbseitigen Lähmung beobachtet, deuten darauf hin. Das Ortgefühl in unvollkommenem Zustande finden wir nicht nur in allen Sinnorganen, sondern auch in Theilen, die nur Gemeingefühl besitzen. Einen ausgebildeten Ortsinn finden wir aber nur in den Gesicht- und Tastorganen, und zwar bei weitem am vollkommensten im Gesichtorgane. Meine weiter unten mitzutheilenden Versuche und Messungen haben bewiesen, daß der Ortsinn in den verschiedenen Theilen der Haut selbst wieder in sehr verschiedenem Grade ausgebildet ist, so daß er an der Zungenspitze mehr als 50 mal feiner ist, als auf unserem Rücken oder auf der Mitte des Oberarms und Oberschenkels. Auch im Auge ist derselbe da, wo die Augenaxe die Nervenhaut schneidet, sehr viel feiner als an den Theilen derselben, die von der Augenaxe entfernter sind, und zwar desto unvollkommner und stumpfer, je entfernter die Theile der Nervenhaut von jenem mit dem schärfsten Ortsinne versehenen Theile derselben sind. Im Gehörorgane ist das Ortgefühl so unvollkommen, daß man nur unterscheiden kann, ob der Eindruck auf das rechte oder auf das linke Ohr gemacht wird, nicht aber, ob er den Gehörnerven in der Schnecke oder im Vestibulum trifft. Das Geschmackorgan ist zugleich Tastorgan, und hat als solches einen feinen Ortsinn, nicht aber als Geschmackorgan. Das Ortgefühl kommt in unvollkommnem Grade auch Theilen zu, die vom sympathischen Nerven ihre Nerven erhalten, z. B. der Milz, der Leber, den Nieren u. s. w. Der Ortsinn scheint desto feiner zu sein, je kleiner die neben einander liegenden Abtheilungen des Sinnorgans sind, von welchen jede ihren besondern Nervenfaden hat, und also je dichter gedrängt die peripherischen Enden der Nervenfäden nebeneinander liegen, die isolirt zum Gehirne gehen. Mit den

Augen und Tastorganen, die allein der Sitz eines ausgebildeten Ortsinns sind, unterscheiden wir auch unstreitig die zu empfindenden Objecte zuerst und am deutlichsten von uns selbst, als räumlich von uns geschiedene Dinge. Nachdem wir, unterstützt durch diese Sinne, eine Vorstellung von der Bewegung bekommen haben, und uns ferner der Bewegungen bewußt worden sind, die wir selbst hervorbringen, haben wir auch das Gehörorgan und Geruchorgan so mit Absicht bewegen gelernt, daß wir auch den Schall und die Gerüche als Objecte von uns selbst zu unterscheiden vermögen. Wären wir wie eine Auster angewachsen und unbeweglich, und könnten wir die Geruchempfindungen nicht verstärken und schwächen, indem wir uns der Quelle der Gerüche zuwenden und von ihr abwenden, oder indem wir die Gerüche durch Einathmen schneller einziehen, oder durch Unterlassen des Einathmens einzudringen verhindern, so würden wir die Gerüche nur für Veränderungen unsers Empfindungszustandes halten, keineswegs für Objecte.

Die Empfindungen, welche wir mittelst des Gesicht- und Tastsinns empfangen, sind also im Raume scharf begrenzt, wir können auf der Haut 2 Eindrücke noch deutlich unterscheiden, auch wenn sie auf 2 einander ziemlich nahe gelegene Theile der Haut gemacht werden und sonst völlig gleich sind. Indem wir mit unserm Finger unsere Haut berühren und denselben auf ihr bewegen, bekommen auf der Haut andere und andere Nerven, am Finger aber dieselben Nerven Eindrücke. Hierdurch unterscheiden wir den Theil, den wir bewegen, von dem, welcher unbewegt ist, wir lernen einerseits die Lage der kleinen Abtheilungen der Haut kennen, in welchen wir die Eindrücke unterscheiden können; andererseits werden wir uns bewußt, welche Anstrengung des Willens erforderlich ist, um den Finger so zu bewegen, daß er dieselben Abtheilungen der Haut in derselben Aufeinanderfolge berühre, und so lernen wir unsern Finger absichtlich bewegen, indem wir die Bahn, die derselbe auf der Haut beschreibt, empfinden. Durch den Ortsinn in unserer Haut lernen wir die Bewegung unserer Glieder kennen, und durch die von unserm Willen abhängende Bewegung der Glieder lernen wir unsere Haut kennen und orientiren uns auf derselben. Beide Fähigkeiten, von Anfang äußerst beschränkt, vervollkommnen sich gegenseitig durcheinander. Nachdem wir uns über die Lage der kleinen Abtheilungen der Haut unterrichtet haben, können wir, auch ohne unsere Tastorgane zu bewegen, die Gestalt eines Körpers fühlen, der unsere Hohlhand berührt, z. B. den kreisförmigen Querschnitt einer cylindrischen Blechröhre, und eben so den vierseitigen oder dreiseitigen Querschnitt einer vierseitigen oder dreiseitigen Blechröhre. Aus der Lage

der gedrückten Theile unserer Haut können wir auf die Lage der drückenden Theile des uns berührenden Körpers schließen, aus der Druckfigur auf unserer Haut folgern wir die Figur des drückenden Körpers. Da die Einrichtungen für den Ortsinn auf der Mitte der Nervenhaut des Auges mehr als 100 mal feiner sind als auf dem Theile der Haut, der am feinsten empfindet, so lernen wir frühzeitig das Auge absichtlich bewegen und die Lage der daselbst so äußerst dicht liegenden empfindlichen Punkte kennen. Wir lernen die Augen so richten, daß sich die Gegenstände, auf die wir aufmerksam sind, auf der Mitte der Nervenhaut abbilden, die den feinsten Ortsinn hat, und wo wir die Dinge am schärfsten sehen. Hierdurch erfolgt von selbst, daß sich die Augen so einstellen, daß sich die verlängerten Augenaxen auf dem zu sehenden Gegenstande kreuzen. Wir lernen den Unterschied, ob sich die Bilder auf unserer Nervenhaut bewegen, weil unser Auge sich bewegt, oder weil die sichtbaren Dinge sich bewegen, während unser Auge ruht. Aus der Lichtfigur auf der Nervenhaut des Auges schließen wir auf die Figur des Licht ausschickenden Körpers.

Die Empfindungen, die uns die Sinnorgane verschaffen, zeichnen sich aber auch dadurch aus, daß sie in der Zeit sehr scharf begrenzt sind, d. h. daß sie augenblicklich mit der Einwirkung auf das Sinnorgan entstehen, und nicht viel länger fortdauern als die Einwirkung. Das ist mit vielen andern Empfindungen nicht der Fall. Alle Schmerzen dauern länger fort als die Einwirkung, die sie verursachen, die Empfindung in der Nase, die das Niesen zur Folge hat, der Kitzel an der Lippe, die man mit einem kleinen Körper leise berührt, der Schauder, wenn man mit der Fahne einer Feder leise über den nackten Rücken streicht, dauern alle länger fort als die Einwirkung, und manche von diesen Empfindungen entstehen nicht augenblicklich bei der Einwirkung.

Das Gehörorgan steht darin, daß die Empfindungen, die es uns verschafft, in der Zeit sehr scharf begrenzt sind, unter allen Sinnorganen oben an. Aber auch das Auge und der Tastsinn leisten darin viel. Man sieht leicht ein, um wie viel untauglicher die Haut und das Auge sein würden, uns die Vorstellung der Bewegung zu verschaffen, wenn der auf einen empfindlichen Punkt gemachte Eindruck längere Zeit fortdauerte, und daher die successiv auf nebeneinander liegende Theile gemachten Eindrücke als gleichzeitige erschienen. Beim Auge ist das bei einer sehr schnellen Bewegung einer glühenden Kohle im Kreise im Finstern der Fall, und in der That, es wird dann auch die Bewegung der Kohle nicht wahrgenommen, sondern wir sehen einen ruhenden leuchtenden Kreis.

Die Empfindungen, die uns die Sinnorgane verschaffen, zeichnen sich ferner dadurch sehr aus, daß sehr schwache Einwirkungen auf dieselben, die nicht im mindesten verletzend sind, doch sehr deutlich empfunden werden, so daß wir viele Grade der Empfindungen ganz bestimmt unterscheiden und sogar abmessen, und unzählige qualitative Verschiedenheiten wahrnehmen können. Wie unzählige Verschiedenheiten in der Qualität und Stärke der Farbe, der Töne, der Geruch- und Geschmackempfindungen nehmen wir wahr! Hierdurch wird es unter andern möglich, die kleinen Veränderungen in der Stärke der Empfindung zu unterscheiden, die dadurch entstehen, daß wir uns dem Gegenstande nähern oder uns von demselben entfernen, oder unser Sinnorgan ihm zuwenden oder von ihm abkehren.

Wir unterscheiden allerdings auch bei den Gemeingefühlen Grade, z. B. bei den Schmerzen, aber wie unvollkommen, wenn wir sie mit den zahlreichen Temperaturgraden oder den Graden des Drucks vergleichen, die wir durch den Tastsinn beobachten und gleichsam abmessen. Wenn ein warmer Körper keinen Schmerz erregt, können wir, wie unten bewiesen werden wird, einen Temperaturunterschied deutlich wahrnehmen, der nur $0{,}^{0}3$ C oder $0{,}^{0}2$ C beträgt; wenn aber die Temperatur des warmen Körpers Schmerz erregt, so ist an eine solche feine Unterscheidung der Grade nicht mehr zu denken. Wir können dann sogar sehr grobe Unterschiede nicht mehr bemerken. Man hat auch qualitativ verschiedene Schmerzen unterschieden und von brennenden, drückenden, bohrenden, schneidenden und vielen andern Schmerzen gesprochen. Allein es ist noch sehr zu bezweifeln, ob es qualitativ verschiedene Schmerzen giebt, und ob nicht alle Verschiedenheiten derselben auf der verschiedenen Stärke, Ausdehnung und Dauer der Schmerzen beruhen. Die Zahnschmerzen, welche Kälte, Wärme und Druck bei entblößtem Zahnkeime verursachen, sind nicht qualitativ verschieden. Es ist derselbe Schmerz. Viel kommt bei den verschiedenen Arten des Schmerzes und überhaupt des Gemeingefühls darauf an, ob der Ort des Schmerzes eine kleine oder große Ausdehnung hat, ob die Empfindung abwechselnd an vielen unterscheidbaren Orten entsteht, sehr kurz dauert und sich schnell wiederholt, z. B. wie das Prickeln beim Einschlafen der Glieder, oder ob er lange dauert und dabei allmälig zu- und abnimmt. So viel ist gewiß, daß die qualitativen Unterschiede der Schmerzen und anderer Gemeingefühlsempfindungen viel weniger zahlreich sind, als die der Sinnesempfindungen.

Sehr wichtig ist es, daß die Eindrücke, welche die Sinnesempfindungen erwecken, nicht nur an sich sehr schwach sind, sondern daß auch an

den Sinnorganen hin und wieder besondere Einrichtungen getroffen sind, welche verhindern, daß dieselben in der Stärke ein gewisses Maaß überschreiten.

Die Heftigkeit vieler Empfindungen, die uns das Gemeingefühl verschafft, bewirkt, daß die Seele gehindert wird, so ruhig Reflexionen über dieselben zu machen, wie erforderlich ist, um die Empfindungen auf Objecte zu beziehen. Vielmehr wird die Aufmerksamkeit der Seele durch Schmerzen mit Gewalt auf ihren eignen leidenden Zustand und auf den ihres Körpers gerichtet, und dadurch bewirkt, daß die Empfindungen nicht die Thätigkeit des Erkenntnißvermögens, sondern des Begehrungsvermögens erwecken, so daß wir angetrieben werden, uns durch instinctartige oder absichtliche Bewegungen dem Schmerz zu entziehen.

Es giebt überhaupt viererlei Verhältnisse, unter welchen wir die Empfindungen nicht auf äußere Objecte beziehen können, und sie also zu den Gemeingefühlsempfindungen rechnen:

1) wenn die Empfindungen nicht durch äußere Körper, sondern durch innere Ursachen in unsern Organen angeregt werden, z. B. durch eine Substanzveränderung der Muskeln bei ihrer Ermüdung, durch eine Veränderung der Ernährung der Theile, vermöge eines übermäßigen Blutandrangs, z. B. durch Entzündung, oder weil Gifte ins Blut gelangen und von den Blutgefäßen aus mit den Theilen unsers Körpers, namentlich mit den Nerven, in Berührung kommen, oder weil in uns durch Mangel an Nahrung und Getränk Veränderungen in unserm Körper entstehen;
2) wenn die Eindrücke zwar durch äußere Ursachen hervorgebracht werden, aber in Organen, welche nicht die passende Organisation haben, damit wir den örtlichen Unterschied der Eindrücke, die Grade und vielen Qualitäten der Empfindungen wahrnehmen können;
3) wenn die Eindrücke zwar durch äußere Ursachen hervorgebracht werden und auf geeignete Sinnorgane geschehen, aber so heftig sind, daß sie nicht blos die Enden der Nerven, sondern auch ihre Stämme treffen, Schmerz erzeugen, dadurch das Begehrungsvermögen der Seele anregen und die ruhige Reflexion verhindern;
4) wenn Eindrücke, die irgendwo auf die Nerven gemacht worden sind, nicht nur auf die gewöhnliche Weise zu einem bestimmten Theile des Gehirns fortgepflanzt werden, sondern von diesem Theile auf andere Theile des Körpers, namentlich auch des Gehirns übertragen werden, und dadurch neue Empfindungen als eine Nebenwirkung erzeugen, z. B. wenn Schauder entsteht, indem wir mit der Fahne

einer Feder auf dem nackten Rücken gestrichen werden, wenn Kitzel entsteht, wenn ein kleiner Körper unsere Oberlippe leise berührt.

Einrichtungen an den peripherischen Enden der Sinnesnerven zur Aufnahme der Eindrücke, welche Sinnesempfindungen erzeugen sollen.

Damit sehr verschiedene in der Natur existirende Bewegungen specifisch verschiedene Empfindungen verursachen können, und damit so zahlreiche Grade der Stärke der Empfindungen deutlich unterschieden und abgemessen werden können, müssen, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, an den peripherischen Enden der Nerven besondere Organe, Sinnorgane, angebracht sein, die durch jene verschiedenartigen Bewegungen, den verschiedenen Graden der Stärke entsprechend, in Bewegung gesetzt werden, und mit den Nerven in einer solchen Verbindung stehen, daß sie durch die Bewegung, in die sie gerathen, eine entsprechende Veränderung in letzteren verursachen. Viele Bewegungen in der Natur werden schon deswegen nicht empfunden, weil es an den peripherischen Enden der Nerven an geeigneten Sinnorganen fehlt. So sind wir fortwährend den magnetischen Einflüssen der Erde ausgesetzt, die tägliche Veränderungen erleiden. Die magnetischen Gewitter gehen aber an uns vorüber, ohne daß wir das Geringste davon merken. Eben so würden die electrischen Gewitter an uns unbemerkt vorübergehen, wenn wir nicht einige Nebenerscheinungen der Electricität durch Auge und Ohr wahrnähmen. Ganz anders würde es sich verhalten, wenn an den peripherischen Enden mancher Nerven magnetisirbare Körper so angebracht wären, daß sie durch den Magnetismus der Erde in Bewegung gesetzt würden, und daß sie dadurch eine Veränderung in den Nerven hervorbringen könnten. Wir würden dann die Himmelsrichtungen durch ein Gefühl unterscheiden. Die an den peripherischen Enden der Sehnerven angebrachten Sinnorgane sind so eingerichtet, daß sie die Lichtschwingungen concentriren und ihnen die passende Richtung geben, und dadurch eine Veränderung in den peripherischen Enden des Sehnerven hervorbringen, welche die Empfindungen von Licht und Farbe erzeugt. Aber diese können nur durch die transversalen, nicht durch die longitudinalen Schwingungen des Lichtäthers gerührt werden, und sind nicht so eingerichtet, daß die in den Augapfel eindringenden Schallschwingungen eine solche Veränderung im Sehnerven hervorbringen können, daß dadurch eine Empfindung entstünde. Denn wenn ich eine tönende Stimmgabel mit dem Ende ihres Stiels an meinen Augapfel bringe, so muß sich die Schwingung durch den ganzen Augapfel fortpflanzen.

Man fühlt zwar dann das Beben mit der Haut der Augenlider, aber die Nervenhaut des Auges und der Sehnerv werden dadurch nicht so afficirt, daß irgend eine Empfindung entsteht, weder eine Lichtempfindung, noch eine Schallempfindung, noch eine Tastempfindung, noch endlich ein Schmerz, und dasselbe scheint auch von andern Sinnorganen zu gelten: jedes derselben ist nur geeignet, von einer gewissen Classe von Bewegungen gerührt zu werden. Daß hierbei wirklich den an den Enden der Nerven angebrachten Sinnwerkzeugen an dem Erfolge ein wichtiger Antheil zuzuschreiben sei, sieht man daraus, daß die Tastnerven ohne die an ihnen angebrachten Sinnorgane uns nicht die Empfindung von Druck und Wärme und Kälte, und daß die Gehörnerven, ohne die an den Enden derselben angebrachten Sinnwerkzeuge uns nicht die Empfindung des Schalls verschaffen können. Daran, daß wir Geschmacks- und Geruchempfindungen haben könnten, wenn der Stamm des Geschmacknerven oder des Geruchnerven mit Geschmackstoffen und Geruchstoffen unmittelbar in Berührung käme, wird wohl Niemand denken, und eben so wenig hat man das Recht zu vermuthen, daß concentrirtes Licht, wenn es auf die frische Schnittfläche des Sehnerven eines lebenden Thiers fiele, Lichtempfindung erzeugen würde. Man hat keine Gelegenheit bei lebenden Menschen solche Versuche anzustellen. Bei den Tastnerven dagegen hat man diese Gelegenheit. Man kann die Wärme und Kälte so tief in den Körper eindringen lassen, daß sie bis zu den oberflächlich unter der Haut liegenden Stämmen der Tastnerven kommen. Man kann ferner Versuche an Theilen der Haut machen, wo die Tastorgane durch eine heftige und zugleich ausgedehnte Verbrennung zerstört worden waren. Meine weiter unten ausführlich mitzutheilenden Versuche hierüber beweisen, daß man in beiden Fällen die eigenthümliche Empfindung von Wärme und Kälte nicht hat, wenn Wärme und Kälte die Stämmchen der Tastnerven unmittelbar afficiren. Wenn ich nämlich die Spitze des Ellbogens in eiskaltes Wasser, z. B. in einen Brei aus Schnee und Wasser tauche, so empfinde ich mittelst der Nervenfäden, die sich in dem eingetauchten Theile der Haut *endigen*, Kälte. Ungefähr nach 16 Secunden dringt aber die Kälte bis zu dem mehr unter der Haut liegenden Nervus ulnaris, der dichtgedrängte Tastnerven in großer Zahl enthält, und afficirt denselben *unmittelbar, ohne daß die an den Enden der Tastnerven angebrachten Einrichtungen die Einwirkung vermitteln*. Man sollte vermuthen, daß von dem Augenblicke an, wo die Kälte die Fäden des Nervus ulnaris erreicht, die Empfindung davon lebhafter werden würde, weil nun viel mehr Nervenfäden von ihr gleichzeitig afficirt werden als zuvor. Das ist aber

nicht der Fall, sondern von dem Augenblicke an, wo der Nervenstamm unmittelbar von der Kälte afficirt wird, empfinden wir einen Schmerz, der mit der Empfindung der Kälte keine Aehnlichkeit hat und nicht auf den afficirten Theil beschränkt ist, sondern auch einen Theil des Unterarms und der Hand einzunehmen scheint. Wenn er längere Zeit gedauert hat, so schlafen diejenigen Finger und derjenige Theil der Hand, zu welcher sich der Nervus ulnaris verbreitet, ein. Es schien mir wünschenswerth, den Versuch auch mit schwachen Graden der Kälte, die keinen Schmerz verursachen, anzustellen, und auf eine solche Weise, daß die mit dem Tastsinn versehene Haut nicht zugleich afficirt würde. Dieses kann man durch kalte Klystiere erreichen. Denn der Mastdarm und die Flexura iliaca, wenn sie mit kaltem Wasser erfüllt und ausgedehnt werden, liegen den großen vorderen Aesten der Kreuznerven, und das Colon sinistrum liegt manchen Hautästen der Lendennerven so nahe, daß diese Nerven eine beträchtliche Temperaturveränderung erleiden müssen.

Dieser Versuch wurde bei zwei guten Beobachtern und an mir selbst angestellt. Der eine von ihnen hatte ungefähr 21 Unzen oder 360 Gramme Wasser, von einer Temperatur von + 15° R (18,2 C), durch ein Klystier erhalten, das Wasser erregte am After, als es eindrang und als es später wieder abging, ein starkes Gefühl von Kälte. Im Innern des Bauchs aber, oder in der Beckenhöhle, hatte der Beobachter kein Gefühl von Kälte, sogar dann nicht, als ihm bei einem zweiten Versuche Wasser von + 6° R (7°,5 C) beigebracht wurde. Dasselbe beobachtete an sich der zweite Beobachter, als ihm Wasser, welches die Stubentemperatur hatte, beigebracht wurde. Ich selbst fühlte, als ich durch ein Klystier ungefähr 14 Unzen (420 Gramme) Wasser, von der Temperatur von + 15° R (18,2 C), aufnahm, und ebenso als dasselbe wieder abging, eine starke Kälte am After, und glaubte, als sich die Gedärme damit füllten, im Bauche einige Bewegung zu fühlen und eine sehr schwache fast unmerkliche Empfindung von Kälte zu haben, die allmälig nach der Mitte des Bauchs fortzuschreiten schien. Als ich aber bei einem zweiten Versuche dieselbe Menge noch kälteres Wasser von + 6° R (7°,5 C) aufnahm, hatte ich kein deutliches Gefühl von Kälte, wohl aber glaubte ich ein schwaches Gefühl zu haben, das ich so deutete, als ob es von dem Einströmen des Wassers in die Gedärme entstanden sein könne. Nachdem einige Zeit vergangen war, glaubte ich eine schwache Kälte wahrzunehmen und zwar mehr in der Gegend der vorderen Bauchwand als in der des Rückens. Da diese Spur der Kälte von dem an der Bauchwand anliegenden Colon bis zur äußeren Haut gedrungen sein, und daselbst mittelst der Tastorgane der Haut einen

Eindruck auf die Enden der Tastnerven gemacht haben konnte, so wurde, um eine solche Vermuthung zu bestätigen oder zu widerlegen, ein Thermometer auf den Theil der Bauchwand gelegt, welcher inwendig mit dem Colon sinistrum in Berührung ist, und hierauf mit Kleidungsstücken bedeckt. Es stieg in längerer Zeit nur bis auf + 27° R (33°,7 C), während es an demselben Orte am folgenden Tage bis auf + 28° R (35° C) stieg. Es schien also in der That so, als ob die Haut an jenem Theile der Bauchwand um 1° R abgekühlt worden.

So viel ist gewiß, daß, wenn die erwähnten großen Nervenstämme, die so unzählige Tastnerven einschließen, fähig wären, ohne Beihülfe von Tastorganen den Eindruck der Kälte aufzunehmen und uns die Empfindung der Kälte zu verschaffen, eine starke Kälte hätte empfunden werden müssen. Es bestätigen daher die mitgetheilten Versuche den Satz, daß die Kälte, wenn sie unmittelbar auf die Nervenstämme einwirkt, nicht die Empfindung der Kälte hervorbringt. Wenn ich gleichzeitig die Haut und den Nervus ulnaris am Condylus internus ossis brachii bei mir selbst gleichmäßig drücke, so empfinde ich mittelst der in der Haut am Ellenbogen eindringenden Tastnerven Druck, aber mittelst des Stammes des Nervus ulnaris empfinde ich entweder gar nichts, oder, wenn der Druck einen gewissen Grad erreicht, Schmerz, der nicht die mindeste Aehnlichkeit mit der Empfindung des Drucks hat, sondern wie Zahnschmerz ein eigenthümlicher Nervenschmerz ist, der sich an der Volarseite der Ulna herab bis zur Hand und sogar bis zu dem kleinen Finger zu erstrecken scheint. Also auch die Empfindung des Drucks und die Unterscheidung der so verschiedenen Grade desselben scheint nur möglich zu sein, wenn der Druck zunächst auf die Tastorgane und durch sie auf die Enden der Tastnerven wirkt, nicht aber, wenn die Tastnerven unmittelbar gedrückt werden. Wie oft müßten wir, wenn es sich anders verhielte, eine lebhafte Empfindung von Druck haben, da der Fall, daß ein Nervenstamm zufälligerweise in mäßigem Grade gedrückt wird, nicht selten vorkommt. Wenn ein starker Druck nicht plötzlich anfängt, so fühlen wir nicht einmal Schmerz, sondern das Glied schläft ein.

Ich werde weiter unten ausführlich die Experimente anführen, welche ich bei Patienten angestellt habe, deren Haut in beträchtlichen Strecken durch eine sehr heftige Verbrennung und durch die darauf folgende Eiterung zerstört worden war, und sich zum Theil wieder gebildet hatte. Sie führten zu dem Resultate, daß die Patienten mit den Thei-

len der Haut, deren Tastorgane zerstört und nicht vollkommen reproducirt worden waren, Wärme und Kälte nicht unterscheiden konnten. Daß große Narben der Haut, die nicht die Textur und die Farbe der Haut wieder bekommen haben, unfähig zum Tasten sind, dennoch aber unter Umständen leicht schmerzen, unter welchen in der gesunden Haut keine Schmerzen entstehen, ist eine bekannte Thatsache, die sich auch bei einigen von den erwähnten Patienten bestätigte. Einer von ihnen klagte über Schmerzen in der Narbe, die bisweilen durch den Witterungswechsel entstanden. Diese Erfahrungen erklären sich dadurch, daß zum Fühlen der Wärme und Kälte erfordert wird, daß die Ausdehnung und Zusammenziehung, welche Wärme und Kälte hervorbringen, zunächst auf die in der Lederhaut liegenden, uns freilich noch nicht bekannten, mikroskopischen Tastorgane und durch sie auf die Enden der Tastnerven wirken. Treffen Wärme und Kälte die Nerven unmittelbar, so entsteht entweder gar keine Empfindung oder Schmerz. Bei dem Geruchsorgane kann schon eine kleine Veränderung, die das Flimmerepithelium der Schleimhaut erleidet, auf kurze Zeit den Verlust der Fähigkeit zum Riechen herbeiführen.

Ich habe durch Experimente bewiesen, daß man einem Menschen, der so auf dem Rücken liegt, daß die Nasenlöcher aufwärts gerichtet sind, Wasser durch ein Nasenloch in die Nase gießen und auf diese Weise beide Nasenhöhlen damit erfüllen kann, ohne daß das Wasser in den Schlund herabfließt. Unter diesen Umständen scheint sich nach Dzondi der arcus pharyngo-palatinus mittelst der in ihm liegenden Muskelfasern zusammenzuziehen, und den Ausgang aus dem obersten, hinter den Choanis narium gelegenen, Theile des Schlundes in den mittleren Theil desselben zu verschließen. Das Wasser tritt daher, nachdem es den obersten Theil des Schlundes angefüllt hat, in die Choana narium der andern Nasenhöhle hinauf, bis endlich beide Nasenhöhlen voll sind und das Wasser an beiden Nasenlöchern überläuft. Das Wasser mag nun die Temperatur des Bluts haben oder nicht, so hat der erwähnte Versuch jedesmal den Erfolg, die Fähigkeit zu riechen, nach Entfernung des Wassers, auf kurze Zeit, z. B. auf $\frac{1}{2}$ Minute und länger zu vernichten, so daß man weder Kölnisches Wasser, noch reine Essigsäure, noch Ammoniak riecht. Ich erkläre mir diesen merkwürdigen Erfolg so: die mit Cilien besetzten Epitheliumzellen leisten unstreitig beim Riechen wichtige Dienste. Die Zellen des Cylinderepithelium besitzen nämlich nach meinen Versuchen eine ungemeine Kraft, Wasser einzusaugen und verlieren dieselbe auf einige Zeit, wenn sie mit reinem Wasser in Berührung gekommen sind und sich damit erfüllt haben.

Hierdurch werden sie unstreitig auf einige Zeit ungeeignet, diejenige Einsaugung zu bewirken, welche nöthig ist, damit die Riechstoffe auf die Nerven wirken können.

Es fehlt noch an genauen Beobachtungen darüber, ob nach dem Auslaufen des Glaskörpers aus dem Augapfel und nach dem Auslaufen des Wassers des knöchernen Labyrinths (wenn der Steigbügel aus der Fenestra ovalis herausgerissen wird) augenblicklich das Vermögen, Licht und Schall zu empfinden, verloren geht, man weiß nur, daß beide Verletzungen Blindheit und Taubheit herbeiführen. Bei der erwähnten Eröffnung der Fenestra ovalis wird aber der Gehörnerv selbst gar nicht verletzt. Da nun der Schall bekanntlich auf einem doppelten Wege zu dem Gehörnerven gelangen kann, durch die Luft des Gehörgangs und durch die Kopfknochen, so muß man schließen, daß die Taubheit in jenem Falle dadurch entsteht, daß durch das Ausfließen des Labyrinthwassers eine von den wesentlichen Einrichtungen vernichtet wird, welche die Uebertragung des Schalleindrucks auf den Gehörnerven möglich machen. Das Trommelfell kann zerstört und sogar der Hammer kann aus seiner Lage gerissen werden, ohne daß Taubheit eintritt, denn diese Hülfswerkzeuge vervollkommnen nur das Gehör. Man hört dann noch immer durch die Kopfknochen. Wenn man singt oder spricht und zugleich seine Hand auf den Scheitel legt, so fühlt man den Scheitel durch die Schallschwingungen erbeben. Der Schall bringt daher auf vielen Wegen durch die Knochen bis zu dem Gehörnerven und erschüttert ihn, aber diese Schwingungen bewirken ohne die Vermittelung der wesentlichen Hülfswerkzeuge keine Empfindung von Schall.

Fortleitung der in den Sinnesnerven hervorgebrachten Veränderung.

Die Eindrücke, welche die Nerven, unterstützt durch gewisse Hülfswerkzeuge, oder ohne solche Hülfswerkzeuge empfangen, scheinen durch die Nervenfäden nach dem Centrum des animalen Nervensystems hin fortgepflanzt werden zu müssen, damit sie zum Bewußtsein gelangen. Hiermit soll nicht gesagt sein, daß nur das Gehirn der Sitz der Seele sei, und daß die in den Sinnesnerven entstehenden Veränderungen keinen Einfluß auf das Bewußtsein äußerten, sondern nur, daß die Eindrücke ohne eine Fortpflanzung zum Gehirne nicht zum Bewußtsein kommen. Es versteht sich von selbst, daß wir uns unter dieser Fortpflanzung nicht eine Bewegung, wie die des Drucks, der Wärme, des Lichts, des Schalls und der Gerüche zu denken haben. Eine solche Annahme lassen die physikalischen

Eigenschaften der Nerven nicht zu. Vielmehr müssen wir annehmen, daß in den Nerven eine Bewegung von eigenthümlicher Art durch sehr verschiedene Einflüsse angeregt werden könne, die sehr vieler Modificationen fähig ist und die wir im Bewußtsein als Wärmeempfindungen, Druckempfindungen, Lichtempfindungen, Schallempfindungen u. s. w. auffassen. Es ist wahrscheinlich, daß die Eindrücke der Wärme, der Kälte und des Druckes durch dieselben Fäden der Tastnerven zum Gehirne fortgepflanzt werden, dennoch sind die Empfindungen, die diese Eindrücke erregen, sehr verschieden. Auf gleiche Weise können auch die Empfindungen des Lichts, des Schalls und der Gerüche durch dieselbe Classe von Bewegungen hervorgerufen werden, denn es reicht vielleicht schon aus, daß die Bewegungen sich schneller oder langsamer wiederholen, damit dadurch Empfindungen von sehr verschiedener Art erregt werden.

Den specifisch verschiedenen Sinnesnerven ist hierbei nicht ein specifisch verschiedenes Leitungsvermögen zuzuschreiben. Man hat keinen genügenden Grund anzunehmen, daß die Nerven eines besonderen Sinnes ein eigenthümliches Leitungsvermögen besäßen, vielmehr darf man wohl vermuthen, daß der Vorgang, wodurch diese Leitung vollbracht wird, nicht nur in allen Empfindungsnerven, sondern auch in den animalischen Bewegungsnerven, im Wesentlichen derselbe sei. Denn die Fäden der Bewegungsnerven und Tastnerven lassen sich durch das Mikroskop nicht unterscheiden, die Substanz der verschiedenen Nerven bietet, abgesehen von den Häuten, in welchen sie eingeschlossen ist, auch keine wesentlichen Unterschiede dar, das würde aber der Fall sein, wenn die Leitung der Eindrücke in verschiedenen Nerven auf eine andere Weise erfolgte. Ferner regen dieselben Einwirkungen (mechanische Verletzungen durch Stöße und Stiche, chemische Verletzungen durch Hitze oder ätzende Körper und der electrische Stoß), welche in den Tastnerven eine Thätigkeit anregen, auch in den Bewegungsnerven, wenn sie Stämme derselben treffen, eine Thätigkeit an. Daß diese Thätigkeit hier Bewegung der Muskeln und dort Schmerz zur Folge hat, liegt vielleicht nur darin, daß die peripherischen Enden der Tastnerven nicht mit den Muskeln, und daß die centralen Enden der Muskelnerven nicht mit Theilen des Gehirns in Verbindung stehen, in welchen eine Uebertragung der in den Nerven angeregten Thätigkeit auf das Bewußtsein möglich ist. Dieselben Einflüsse, welche das Leitungsvermögen der Bewegungsnerven unterbrechen, unterbrechen es auch bei den Tastnerven, also z. B. die Durchschneidung der Nerven, ein starker Druck auf dieselben oder eine beträchtliche Dehnung, endlich, wie ich durch die sogleich mitzutheilenden

Experimente zeigen werde, bei den warmblütigen Thieren die einen gewissen Grad erreichende Erwärmung und Erkältung der Nerven. Ist nun schon kein hinreichender Grund da, bei den Bewegungsnerven und Tastnerven ein Leitungsvermögen anzunehmen, das auf einem verschiedenen Vorgange in den Nerven beruhte, so ist noch weit weniger glaublich, daß es bei den verschiedenen Empfindungsnerven verschieden sein sollte; denn daß manche Empfindungsnerven dünne Fäden mit dünnen Hüllen haben, andere dickere Fäden mit dickeren Hüllen, kann uns nicht zu einer solchen Annahme berechtigen. Daß der Geruchnerv, der Sehnerv und der Gehörnerv, wenn sie mechanisch verletzt werden, nach Magendie's Versuchen, keinen Schmerz zu erregen scheinen, daß dagegen ein Stoß auf's Auge die Empfindung von Feuer, und der Druck auf dasselbe, nach Purkinje, die Empfindung von wechselnden Licht- und Farbenfiguren hervorruft, dürfte wohl aus der Beschaffenheit des Hirntheils, in welchem sich diese Nerven endigen, und nicht aus einem verschiedenen Leitungsvermögen zu erklären sein.

Das Leitungsvermögen der Nerven wird, wenn dieselben gedrückt oder bis zu einem gewissen Grade erwärmt oder erkältet werden, geschwächt — und sogar aufgehoben. Es ist bekannt, daß die Durchschneidung eines Nervenstammes uns erstens der Fähigkeit beraubt, diejenigen Muskeln durch unsern Willen zu bewegen, die ihre Nerven nur von dem peripherischen Stücke des durchschnittenen Nerven bekommen, und die folglich nun nicht mehr durch Nervenfäden mit dem Gehirne in Verbindung stehen, und daß dieselbe auch zweitens verhindert, daß ein Eindruck auf die Theile, die nur von dem peripherischen Stücke des durchschnittenen Nerven ihre Nervenfäden bekommen, eine Empfindung errege. Dasselbe ist auch der Fall, wenn ein Nerv durch einen umgelegten Faden so zusammengeschnürt wird, daß man in ihm dadurch eine dauernde Veränderung, z. B. eine Zerquetschung, hervorbringt. Galen*) erzählt, daß es ihm gelungen sei, bei Schweinen einen lockeren dicken Faden (χρόκαις ἰσχυραῖς), oder einen wollenen Faden (νήμασιν ἐξ ἐρίων) so um die Nerven zu legen, mit einer Schleife zu versehen, und dann die Nerven so mäßig zusammenzuschnüren, daß das Thier zwar plötzlich seiner Stimme beraubt wurde, aber zum Erstaunen der Zuschauer auch die Stimme sogleich wieder bekam, als die Schleife wieder gelöst wurde. Wenn aber die Nerven mit einem umgelegten leinenen Strange zu fest ge-

*) Galen, De administratione anat. lib. VIII. cap. 8, ed. Kühn. Tom. II. p. 669, ed. Charter. Tom. IV. p. 174, ed. Basil. Tom. I. p. 187.

schnürt wurden, so wurden sie zerquetscht, wenn der Strang steif war, und zerschnitten, wenn er zu dünn war. Dem Valsalva*) und Morgagni wollte es bei Hunden nicht gelingen, die Zusammenschnürung so einzurichten, daß die Verrichtungen des peripherischen Stücks des nervus vagus durch den Druck unterbrochen, und nach der Entfernung des Fadens sogleich wieder hergestellt wurden. Fontana**) bemerkt, daß, um eine künstliche Lähmung eines Mukels hervorzubringen, der Nerv mit großer Kraft zusammengedrückt werden müsse, so daß kaum die ganze Kraft seines Daumens und Zeigefingers ausgereicht haben, um einen hinlänglichen Druck hervorzubringen, obgleich die Nerven blos lagen und die Versuche an sehr kleinen Thieren, z. B. an Fröschen, angestellt wurden. Waren die Nerven von weichen Theilen bedeckt, z. B. die Zwerchfellnerven einer jungen Katze vom Mittelfelle, so mußte die drückende Kraft um außerordentlich viel vermehrt werden. Man muß sich, sagt Fontana, bei allen diesen Versuchen wohl in Acht nehmen, die Nerven nicht zwischen den Fingern oder andern zum Druck gebrauchten Körpern zu zermalmen, weil sie in diesem Falle durch Zerstörung ihres Gewebes mit einem Male die Fähigkeit verlieren, den Muskel in Bewegung zu setzen, dieselbe aber auch nachher nicht wieder bekommen. Fontana hat hieraus geschlossen, daß der Fall, wo im lebenden Körper die Function des peripherischen Stücks eines Nerven durch einen auf seinen Stamm ausgeübten Druck aufgehoben würde, wohl nicht leicht vorkommen möchte. Indessen hat Joh. Müller***) durch Experimente gezeigt, daß man durch einen längere Zeit fortdauernden Druck, den man auf den Stamm eines Arm- oder Schenkelnerven wirken läßt, die Empfindung von Prickeln, von Nadelstichen und überhaupt vom Einschlafen in demjenigen Theile des Gliedes bewirken könne, zu welchem das peripherische Stück des gedrückten Nervenstammes Nervenfäden schickt, und ich selbst habe über die vollkommnere oder unvollkommnere Unterbrechung der Leitung der Nerven durch Druck und durch Kälte und Wärme eine Reihe von Experimenten gemacht. Wenn ich den nervus ulnaris am condylus internus ossis brachii bei mir selbst gleichmäßig drückte, so empfand ich mittelst der an der Haut des Ellen-

---

*) Valsalva de aure humana. c. 5. §. 8. Siehe Tissots Schriften. III. §. 183.

**) Felix Fontana's Beobachtungen und Versuche über die Natur der thierischen Körper, übers v. Hebenstreit, Leipzig 1785, S. 138.

***) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie. B. I. S. 590, 4. Aufl. 1843. E. H. Weber. Ueber den Einfluss der Erwärmung und Erkältung der Nerven auf ihr Leitungsvermögen, siehe Berichte über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Gesellschaft d. Wissenschaften, Leipzig 1847, S. 175.

bogens endigenden Tastnerven den Druck an der richtigen Stelle, an der er statt findet. Hierauf entstand aber außerdem ein eigenthümlicher Schmerz, der nicht auf den Ort beschränkt war, wo gedrückt wurde, und der nichts mit dem Gefühle des Drucks gemein hatte, sondern wie Zahnschmerz ein eigenthümlicher Nervenschmerz war. Er erstreckte sich an der Volarseite der Ulna herab bis in das Handgelenk, und sogar bis an den Metacarpusknochen des fünften Fingers und weiter. Durch einen geringen aber langdauernden Druck auf gewisse Theile des Arms konnte ich, ohne daß ein merklicher Schmerz an dem gedrückten Theile entstand, das Einschlafen derjenigen Theile der Haut bewirken, zu welchen sich die gedrückten Nerven begeben, so daß in dem einen Falle die Theile, welche vom Nervus ulnaris, in einem andern die, welche vom Nervus medianus ihre Nerven bekommen, vom Zustande des Eingeschlafenseins ergriffen wurden, wobei sich sogar die Größe des Gebiets jedes dieser Nerven wahrnehmen ließ; der Zustand des Eingeschlafenseins nahm sogleich dem Grade nach ab, wenn der Druck auf den Nervenstamm aufhörte, und verschwand in kurzer Zeit ganz. Wer die Stellung der Glieder noch nicht kennt, wodurch man das Einschlafen des Nervus ulnaris oder medianus, oder beider zugleich herbeiführen kann, der braucht nur die Gelegenheit zu benutzen, seine Glieder, wenn sie ihm zufälliger Weise einschlafen, zu beobachten, um das Vorgetragene bestätigen zu können. Der Zustand des Einschlafens der Glieder hat übrigens verschiedene Grade. Im höchsten Grade ist man weder fähig die Muskeln zu bewegen, die von den eingeschlafenen Nerven allein mit Zweigen versehen werden, noch Wärme, Kälte und Druck zu empfinden. Bei diesem höchsten Grade kann die Unempfindlichkeit so weit gehen, daß man seinen eignen Arm, indem man ihn im Finstern mit der andern Hand anfaßt, für ein fremdes Glied hält, was z. B. mein Bruder, Eduard Weber, einmal an sich selbst beobachtet hat. Ehe es aber zu diesem Grade kommt, beobachtet man Zustände eines unvollkommenen Eingeschlafenseins der Glieder. Hierbei verursacht die Berührung der eingeschlafenen Finger oder der Hohlhand eine Empfindung, welche von der Tastempfindung sehr verschieden ist. Die Empfindung ist nämlich nicht auf die berührte Stelle beschränkt, sondern breitet sich über eine größere Strecke des eingeschlafenen Theiles aus. Sie verschwindet auch nicht im Momente, wo die Berührung aufhört, sondern dauert auch nachher längere Zeit fort und wechselt dabei ihren Ort, indem sie andere und andere Theilchen der Haut abwechselnd ergreift, die wie von innen her mit unzähligen Nadelspitzen leise berührt zu werden scheinen, und dadurch die Empfindung von einer bebenden Bewegung in den Theilchen der Haut des eingeschla-

fenen Glieds hervorrufen. Dadurch, daß man an unvollkommen eingeschlafenen Gliedern zu gleicher Zeit in vielen Punkten der Haut Empfindungen zu haben glaubt, geschieht es, daß man den Umfang und die Grenzen der Glieder deutlicher zu fühlen glaubt, während sie nicht berührt werden, als es an nicht eingeschlafenen Gliedern der Fall ist. Bisweilen entsteht auch ein subjectives Gefühl von Wärme in der eingeschlafenen Hand, niemals aber, so viel ich weiß, das der Kälte. Wie ist es aber zu erklären, daß in diesem Zustande das Gemeingefühl der Haut uns so zahlreiche Empfindungen verschafft, während der Tastsinn abgestumpft und zum Theil unterdrückt ist, und woher kommt es, daß eine Berührung des eingeschlafenen Fingers, die nur einen Augenblick dauert, längere Zeit hindurch durch eine Art Nachwirkung Empfindungen hervorrufen kann, die ihren Ort wiederholt zu wechseln scheinen? Ich nehme an, daß im Zustande des unvollkommnen Eingeschlafenseins durch den Druck nicht alle Fäden der Tastnerven, die im nervus ulnaris oder medianus eingeschlossen sind, unfähig zur Fortpflanzung der Eindrücke werden, daß es aber dann, wenn nur manche Fäden dazu geeignet, viele benachbarte dagegen dazu ungeeignet sind, nicht zu einer Tastempfindung kommen könne. Hiermit verbinde ich die Vermuthung, daß die in den Nerven durch Berührung entstehende Bewegung dazu beitragen kann, daß manche gedrückt gewesenen Fäden für die Fortpflanzung sich wieder öffnen, und daß diese Eröffnung selbst mit einer Empfindung verbunden sei, die wir das Ameisenlaufen oder Prickeln nennen. Diese Bemerkungen sind auch in medicinisch-practischer Hinsicht von Interesse, da bei der Entstehung der halbseitigen Lähmung, Hemiplegie, durch einen Druck auf die Nerven in der Nähe ihrer Endigung im Gehirne ähnliche Erscheinungen beobachtet werden, wie bei dem Einschlafen der Glieder, nämlich Abstumpfung des Tastsinns, mit einer gewissen Erregung mancher Aeußerungen des Gemeingefühls.

An diese Erfahrungen über den Einfluß des Drucks auf das Leitungsvermögen der Nerven, schließen sich die von mir schon oben erwähnten Erfahrungen an, daß die Einwirkung der Kälte auf den nervus ulnaris, die dadurch herbeigeführt wird, daß wir den Ellenbogen längere Zeit in einen Brei, aus zerstoßenem Eise und Wasser, eintauchen, ähnliche Wirkungen hervorbringt, als der Druck. Beim Eintauchen empfindet man zuerst, mittelst der in der Haut des Ellenbogens endigenden Nerven (Aesten des cutaneus internus minor), die Berührung des kalten Körpers. Ungefähr nach 16 Secunden fängt der Nervenstamm des nervus ulnaris, der hier nicht von Muskeln bedeckt ist, sondern unmittelbar unter der Haut und fascia liegt, an, von der Kälte angegriffen zu werden. Es entsteht ein

eigenthümlicher Schmerz, der die Volarseite des Unterarms nach der Ulna zu, des Handgelenks, den Ballen des kleinen Fingers und den kleinen Finger selbst, einnimmt. Dieser Schmerz ist von der Empfindung von Kälte ganz verschieden und hat mit ihr keine Aehnlichkeit. Wüßte man nicht, daß man den Arm in kaltes Wasser eintauche, und fühlte man nicht die Kälte in der Haut des Ellenbogens, so würde man nicht errathen, daß die Kälte die Ursache jenes Schmerzes sei. Bei fortdauernder Kälte nimmt dieser Schmerz bis zu einem gewissen Zeitpunkte beträchtlich zu, und es gehört einige Willenskraft dazu ihn zu ertragen. Man glaubt zu fühlen, man könne den fünften Finger nicht so frei wie sonst bewegen, obgleich man es wirklich noch vermag, der Finger scheint eingeschlafen zu sein. Endlich aber vermindert sich der Schmerz wieder, ungeachtet die auf den Ellenbogen wirkende Kälte dieselbe bleibt. Die höhere Temperatur eines Metallstücks und die niedere eines Eisstücks konnte am fünften Finger nur schwach und langsam empfunden werden. Auch auf den vierten Finger und sogar auf den dritten schien die Kälte, dem Gefühle nach zu urtheilen, eine Einwirkung gehabt zu haben. Am Daumen dagegen schien das Empfindungsvermögen ganz ungeschwächt zu sein. Als ungefähr 12 Minuten, seit der Einwirkung der Kälte, vergangen waren, traten im fünften und vierten Finger Zuckungen ein, und auch in Muskeln des Unterarms und der Hand wurden sie bemerkt.

Ich brauche wohl nicht besonders zu bemerken, daß das sehr geringe Wärmeleitungsvermögen der Substanz des Arms die Annahme nicht gestattet, daß hierbei eine wirkliche Fortleitung der Kälte vom Ellenbogen zur Hand stattfinde. Vielmehr hängen die hier wahrgenommenen Erscheinungen lediglich davon ab, daß der Nervenstamm des Nervus ulnaris am Ellenbogen erkältet wird, und daß wir die Schmerzen, die dadurch entstehen, so deuten, als ob sie in den Enden derjenigen Nervenfäden ihren Sitz hätten, die doch viel höher oben, da wo sie am Ellenbogen vorbeigehen, erkältet werden.

Ich habe durch eine andere Reihe von Versuchen bewiesen, daß die Tastnerven der Finger, der Zunge, der Lippen und anderer Theile, wenn sie 1 oder 2 Minuten lang in warmes Wasser getaucht werden, das eine Temperatur von 41° R (51,2 C) oder 42° R (52°,5 C) hat, die Fähigkeit auf einige Zeit verlieren, uns Empfindungen von Wärme und Kälte zu verschaffen. Auch die Fähigkeit zu tasten und den Druck zu empfinden stumpft sich dadurch ab, verschwindet aber, wenn die Einwirkung nur so kurze Zeit fortgesetzt wird, nicht gänzlich. Es entsteht während des Eintauchens ein Schmerz, der indessen nicht so heftig ist, daß man ihn

nicht ertragen könnte. Hierauf nimmt der Schmerz ab und die Finger gerathen in einen Zustand, den ich mit dem Eingeschlafensein vergleichen muß. Dieselbe Erfahrung macht man, wenn man die Finger in einen aus zerstoßenem Eise und Wasser gemachten Brei 1 Minute lang oder noch länger eintaucht, mit dem Unterschiede, daß hierbei der Schmerz nicht so bald seinen Höhepunkt erreicht, sondern sich 2 Minuten hindurch fortwährend vermehrt.

Aber nicht nur die Tastnerven, sondern auch die Geschmacknerven verlieren durch Erkältung und Erwärmung auf einige Zeit die Fähigkeit, uns Empfindungen zu verschaffen. Wenn man die Zungenspitze in ein mit warmem Wasser gefülltes Gefäß, das eine Temperatur von 41° bis 42° R (51°,2 — 52°,5 C), eintaucht und eine halbe Minute oder eine Minute darin erhält, und sie dann sogleich mit Syrop oder Zuckerpulver in Berührung bringt, so schmeckt man nichts und bemerkt zugleich, daß auch der Tastsinn der Zunge, der durch seine Feinheit sonst alle andern Theile übertrifft, so unvollkommen geworden ist, daß sich die Zungenspitze in einem Zustande des Eingeschlafenseins befindet. Erst nach 6 Secunden und sogar später erhält sie die Fähigkeit zu empfinden wieder. Die nämliche Erfahrung macht man nun auch, wenn man die Zunge ½ Minute oder 1 Minute oder länger in einen aus zerstoßenem Eise und Wasser gemachten Brei taucht. Hierbei tritt ein Schmerz ein, der mit dem, den das heiße Wasser erregte, große Aehnlichkeit hat. Diese Versuche habe ich bei mehreren Menschen gemacht und der Erfolg ist immer derselbe gewesen.

Endigung der Sinnesnerven in besonderen Organen des Gehirns.

Von der besonderen Einrichtung der Theile des Gehirns, in welche die verschiedenen Sinnesnerven übergehen, scheint die specifische Verschiedenheit der Empfindungen auch mit abzuhängen. Was in den Nerven, im Gehirne und in unserer Seele vorgehe, indem die in unsern Nervenfäden angeregten Bewegungen eine Veränderung in unserm Bewußtsein hervorbringen, und dadurch Empfindung hervorrufen, wird wohl immer ein Räthsel bleiben. Wer Materialist ist, wird entweder anzunehmen geneigt sein, daß unsere Seele kein selbstständig existirendes Wesen sei, sondern, daß die Thätigkeiten, die wir der Seele zuschreiben, ganz und gar aus den Bewegungen des Mechanismus unsers Körpers resultiren, oder daß die Seele selbst ein Bewegliches sei, das durch die, mittelst der Nerven entstandenen, Bewegungen selbst in Bewegung gesetzt werde. Mich spricht

der Gedanke mehr an, daß die Seele eine von den noch gänzlich unbekannten Ursachen der Kräfte sei. Die Gesetze der Wechselwirkung der Körper müssen selbst eine Ursache haben. Da es nun eine Thatsache ist, daß wir durch unseren Willen Bewegung in unserem Körper hervorbringen, und da wir uns bewußt sind, daß wir Bewegung anfangen können, so sind wir veranlaßt anzunehmen, daß unsere Seele durch ihren Willen eine Wechselwirkung der Moleculen ihres Körpers, und namentlich der Nervensubstanz im Gehirne hervorbringen könne, die sich vielleicht durch Anziehung oder Abstoßung äußert. Bedenkt man nun, daß die Seele vieles thut ohne sich dessen im Einzelnen bewußt zu sein, zumal wenn sie es thut ohne sich selbst dazu zu bestimmen, sondern weil sie von Natur dazu genöthigt ist; so kann man sich vorstellen, daß die Seele, ohne es zu wissen, fortwährend auf die Moleculen ihres Seelenorgans bewegende Kräfte ausübe, und den Gleichgewichtszustand derselben erhalten helfe, indem sie z. B. nach bestimmten Naturgesetzen die wechselseitige Anziehung und Abstoßung der Moleculen verstärkt oder vermindert. So oft nun die Moleculen des Seelenorgans durch die fortgepflanzten Bewegungen in den Nerven aus ihrer Lage gerückt würden, würde sich auch nach vorausbestimmten Regeln die Thätigkeit der Seele ändern. Das unklare Bewußtsein dieser sich schnell wiederholenden Aenderungen der eignen Thätigkeit der Seele ist es vielleicht, was wir Empfindung nennen. Es gehen indessen diese Betrachtungen über die Grenzen der Erfahrung hinaus, so daß es unmöglich ist, sie durch Beobachtungen und Versuche zu prüfen, daher ich bei ihnen weiter nicht verweilen und auf sie auch nichts bauen will.

Von dem Baue der verschiedenen Hirntheile, zu welchen sich die verschiedenen Sinnesnerven begeben, hängt es unstreitig mit ab, daß die durch die Sinneseindrücke veranlaßten Bewegungen entweder auf eine besondere Weise oder gar nicht von unserer Seele aufgefaßt werden. Ein Stoß auf's Auge bringt eine Lichtempfindung hervor, und ein Druck auf's Auge bewirkt, nach Purkinje's Untersuchungen, daß wir Licht- und Farbenfiguren zu sehen glauben, die sich allmählig verändern und umgestalten. Auch der electrische Stoß wird, wenn er das Auge trifft, als Licht empfunden, wenn sich auch durch denselben kein für Andere aus der Entfernung sichtbares Licht entwickelt, dagegen verursacht der gleichförmige electrische oder galvanische Strom weder Lichtempfindung noch irgend eine andere Empfindung. Wenn ich einen kalten metallenen Körper, z. B. das Ende eines großen schweren Schlüssels, der eine Temperatur von 0^0 R oder sogar von -4^0 R hatte, so lange an den Augapfel im äußeren Augenwinkel hielt,

während das Auge einwärts gedrehet war, bis die Kälte bis zur Nervenhaut gedrungen sein mußte, so entstand weder die Empfindung der Kälte noch die von Licht oder Finsterniß, sondern ein Schmerz, der nicht in der Conjunctiva, sondern entweder in den Ciliarnerven der Choroidea, oder in der Nervenhaut seinen Ursprung hatte. Nach Magendie's*) Versuchen bringt die mechanische Verletzung der Nervenhaut des Auges, die durch die Berührung mit einem harten Körper, durch Nadelstiche oder durch ihre Zerreißung hervorgebracht wird, bei Säugethieren, Amphibien und Fischen keinen Schmerz hervor, und diese Schmerzlosigkeit will er auch beim Menschen, bei Gelegenheit der Niederdrückung der Krystalllinse, beobachtet haben. Vögel dagegen bewegten sich, so oft er ihre Nervenhaut mit der Spitze seines Instruments berührte, und zugleich verengte sich deutlich die Pupille. Es wird hiervon weiter unten in der Lehre vom Gemeingefühle ausführlicher die Rede sein. Auf gleiche Weise glaubt er bei Thieren gefunden zu haben, daß die Verletzung des Stamms des Geruchsnerven und Gehörnerven in der Schädelhöhle, keinen Schmerz erzeuge, während bei denselben Thieren bei derselben Operation die Verletzung des fünften Paars sehr schmerzhaft war. Wenn es sich bestätigt, daß die mechanische Verletzung an jenen drei Nerven keinen Schmerz hervorruft, so hängt es vielleicht davon ab, daß die Theile des Gehirns, mit welchen sie zusammenhängen, unfähig sind, Schmerz zu verursachen, denn auch die unmittelbare Verletzung vieler Theile des Gehirns ist bekanntlich schmerzlos. Vielleicht ist aber auch eine besondere Organisation der Hüllen der Elementarfäden nöthig, damit die mechanischen Verletzungen derselben Empfindung und namentlich Schmerz erregen können, und vielleicht existirt diese Organisation nur bei den mit zwei Conturen umgebenen Elementarfäden, und also bei den Tastnerven und Geschmacksnerven, nicht aber bei den Sehnerven und Geruchnerven, und bei den dünnen Fasern des Gehirns. Man darf, wie mir scheint, den Einfluß der Centralorgane, mit welchen die inneren Enden der Nerven in Verbindung stehen, auf die Entstehung specifisch verschiedener Empfindungen nicht allzuhoch, und den Einfluß der Hülfsorgane an den äußeren Enden der Nerven nicht zu gering anschlagen. Ich kann mich noch nicht davon überzeugen, daß jener Einfluß schon allein so groß sei, daß der electrische Stoß durch das Auge als Licht, durch das Ohr als Schall, durch die Zunge als Geschmack, durch die Nase als Geruch, und durch die Haut als Schlag empfunden werde, und daß also eine

*) Magendie, Journal de Physiologie exp. Paris 1825. T. IV. p. 180 et 310—314.

und dieselbe Ursache in jedem Sinne eine eigenthümliche Empfindung erwecke, die der Eigenthümlichkeit des Sinnes entspräche; ferner, daß sehr verschiedenartige Einwirkungen, wenn sie auf denselben Sinn erfolgten, alle eine ähnliche Empfindung verursachten, so daß z. B. die Empfindung von Licht nicht nur durch die Einwirkung des Lichts, sondern auch durch den mechanischen Stoß, durch den electrischen Stoß und durch die chemische Einwirkung des Bluts auf die Nervenhaut, auf den Sehnerven und auf das dem Gesichtssinne angehörende Centralorgan entstände. Verhielte es sich so, so müßte die Structur der verschiedenen Centralorgane der mannichfaltigen Sinne so verschieden sein, daß uns die Verschiedenheit auffallend wäre, was nicht der Fall ist. Allerdings wühlt der nämliche Wind hier das Meer auf, während er dort durch eine Spalte pfeift oder eine Aeolsharfe tönen macht, und an einem dritten Orte ein Anemometer in Bewegung setzt und dadurch Figuren zeichnet, durch die er seine eigne Bewegung einregistrirt, allein damit die nämliche Ursache so verschiedene Wirkungen hervorbringe, sind sehr verschiedenartige Körper nöthig, auf die er wirken kann.

Die Entscheidung dieser Streitfrage ist so wichtig, daß es nöthig ist, die zu berücksichtigenden Facta speciell ins Auge zu fassen.

Wenn Jemand in's Gesicht geschlagen wird, so kann es geschehen, daß er denselben Schlag durch den Tastsinn als einen Stoß, durch den Gehörsinn als einen Schall und durch den Gesichtssinn als einen Funken wahrnehme. Aber ein Schlag auf die Zunge bringt keinen Geschmack, ein Druck auf die Schleimhaut der Nase keinen Geruch hervor, und derselbe Schlag verursacht vielerlei Arten von Bewegungen, er comprimirt die Haut, erregt in der Luft und in den festen Theilen unsers Kopfs Schallwellen, und er wirkt auch bis auf die Imponderabilien, denn durch einen Schlag kann den Körpern Licht und Wärme ausgepreßt werden. Wenn wir nun den von dem Schlage verursachten Druck durch den Tastsinn, die von ihm hervorgebrachten Schallwellen durch das Gehörorgan, und die bei dem Stoße aufs Auge in der Nervenhaut erregte Bewegung der Imponderabilien als Licht empfinden, so muß das vielleicht zum Theil den Hülfswerkzeugen zugeschrieben werden, die an den peripherischen Enden der verschiedenen Sinnesnerven angebracht, und die von der Art sind, daß ein mechanischer Druck keine Einwirkung auf die Sehnerven, wohl aber auf die Tastnerven, Schallwellen keinen Eindruck auf die Sehnerven und Tastnerven, wohl aber auf den Gehörnerven, Schwingungen des Aethers keinen Eindruck auf die Tast- und Gehörnerven, wohl aber auf den Sehnerven machen, und die Empfindung von Licht erregen können,

wenn sie auch viel zu schwach sind, um auf andere Personen aus der Entfernung denselben Eindruck machen zu können. Hierdurch würde zugleich erklärt sein, warum ein Schlag auf die Zunge und ein Druck auf die Schleimheit der Nase keinen Geschmack und keinen Geruch erregen, nämlich weil der Schlag unter den hier obwaltenden Verhältnissen keine chemische Wirkung hervorbringt.

Mit der Einwirkung der Elektricität auf manche Sinnorgane verhält es sich bestimmt ebenso. Wenn wir uns einem mit Elektricität geladenen Conductor nähern, so haben wir im Gesichte das Gefühl, als berührten uns Spinnwebenfäden. Das Ueberspringen des electrischen Funkens auf unsere Haut und die Entladung einer Leydner Flasche oder einer Volta'schen Säule durch unsere Glieder bringt die Empfindung eines Stichs oder Schlags hervor. Aber die Elektricität des Conductors bewirkt, daß sich die Haare erheben und sträuben, und da das auch bei den feinen Härchen in der Haut des Gesichts der Fall ist, so mag wohl jene Empfindung durch diese Bewegung der Härchen entstehen. Der Funke der Leydner Flasche drängt die Luft auseinander und erregt dadurch Schall, durchbohrt auf eine sichtbare Weise feste Körper und bringt also mechanische Wirkungen hervor, und durch diese kann er auf den Tastsinn wirken. Ueber das Gehör machte Volta*) folgende Beobachtung: Er schloß eine Säule von 30 bis 40 Lagen durch 2 stumpfe metallene Sonden, die er in die Ohren steckte und dann mit den Enden der Säule in Berührung brachte, und empfand im Augenblicke, wo er die Kette schloß, eine Erschütterung durch den Kopf, auf welche bald ein schwer zu beschreibender Schall oder ein Geräusch erfolgte, das er mit dem Knistern beim Kochen eines zähen Teigs verglich, und das ununterbrochen fortdauerte, so lange die Kette geschlossen blieb, aber nicht stärker wurde. Ritter**), der so manches beobachtet hat, was sich nicht bestätigt hat, erzählt, er habe bei der Schließung der Kette den Ton g wahrgenommen. Mein Bruder, Eduard Weber, füllte seine beiden Gehörgänge mit Wasser an und brachte nun in sie 2 Metallstäbchen ein, durch die er eine Kette schloß, in welcher durch Induction zweier sehr großer Magnete ein starker Strom, unter besonders günstigen Verhältnissen erregt wurde. Er empfand, so oft die Induction geschah, Licht, das quer durch den Kopf zu gehen schien, nahm aber keinen Ton und überhaupt keinen Schall wahr. Heydenreich***) giebt an, er

*) Volta, in Philos. Transact. 1800. Vol. II. p. 405 sq.

**) Ritter, siehe J. Müllers Handbuch der Physiologie. Coblenz 1837. Bd. II. S. 253.

***) Heydenreich, in Frorieps Notizen. 1848. B. VIII. S. 34.

habe 2 dicke Bleidrähte tief in den äußern Gehörgang geschoben. Aber das schwirrende Summen und Brausen, welches stoßweise entstanden sei, wenn er mittelst der Drähte eine Säule geschlossen habe, sei dem ähnlich gewesen, welches auch dann entstanden, wenn keine Säule damit in Verbindung war. Es scheint daher nicht so, als ob der elektrische oder galvanische Stoß unmittelbar durch seine Einwirkung auf den Gehörnerven die Empfindung eines Schalls erregen könnte. Mittelbar kann er es unstreitig, denn wenn er z. B. die Muskeln der Gehörknöchelchen zur Zusammenziehung reizt, so muß das Trommelfell erschüttert und es kann dann ein Schall empfunden werden, den freilich kein Anderer hören kann. Was den Geschmack betrifft, so entdeckte Volta: daß zwei verschiedenartige Metalle, gehörig angebracht, auf der Spitze der Zunge einen sehr bemerkbaren Geschmack erregen, und daß dieser Geschmack offenbar sauer sei, wenn die Zungenspitze sich am Zink befindet, alkalisch, wenn sie mit dem andern Metalle berührt wird. In letzterem Falle war der Geschmack minder stark, aber scharf und unangenehm, und er dauerte in beiden Fällen mehrere Secunden und nahm sogar zu, wenn die Metalle in wirklicher Berührung blieben. Schon, daß der Geschmack nicht bloß während der Schließung und Oeffnung der Kette, sondern auch während sie geschlossen blieb, empfunden wurde, beweist, daß hier nicht eine unmittelbare Einwirkung des galvanischen Stroms auf den Geschmacknerven die Ursache der Empfindung sei, denn der gleichmäßige Strom bringt durch die Empfindungsnerven keine Empfindung, und durch die Bewegungsnerven keine Bewegung der Muskeln hervor. Wir wissen aber, daß ein gleichmäßiger galvanischer Strom die im Speichel befindlichen Salze zersetzen kann, und daß die frei werdende Säure nach dem Zinkpole, das frei werdende Alkali nach dem Kupferpole gezogen wird. Berührt man mit dem einen Schließungsdrahte die untere Oberfläche der Zunge, die nur mit einem sehr unempfindlichen Geschmackssinne begabt ist, mit dem andern Schließungsdrahte aber die obere Oberfläche derselben, die mit einem sehr empfindlichen Geschmackssinne versehen ist, so wird immer derjenige Stoff geschmeckt werden, der an dem Pole sich entwickelt, welcher mit der oberen Oberfläche der Zunge in Berührung ist. Heydenreich bestätigte diese schon von andern, z. B. von Valentin, gegebene Erklärung durch folgenden Versuch. Er brachte die Drähte einer aus 10 Plattenpaaren bestehenden Volta'schen Säule nicht unmittelbar an die Zunge, sondern umwickelte den Draht des positiven Pols mit blauem Lackmuspapier, das er mit destillirtem Wasser anfeuchtete und den Draht des negativen Pols mit geröthetem Lackmuspapier: während nun der saure Geschmack empfunden wurde,

wurde zugleich das blaue Lackmuspapier bläßer; daß es sich röthete, verhinderte die alkalische Beschaffenheit der Mundflüssigkeit. Das rothe Lackmuspapier aber wurde schnell blau und zwar viel schneller, als wenn die galvanische Säule nicht geschlossen war, wo es in längerer Zeit durch die schwache Alkalescenz der Säfte des Mundes allerdings auch blau, aber schwächer blau wurde. Den von Joh. Müller*) angeführten Versuch Pfaffs fand er nicht bestätigt. Denn als er einen zinnernen, mit Lauge gefüllten, Becher mit den Händen umfaßte und die Zunge in die Lauge tauchte, schmeckte er keinen sauren Geschmack, sondern einen alkalischen.

Bekannt ist der phosphorige Geruch, den die Reibungselektricität im Geruchorgane erregt. Volta versuchte vergebens durch den durch die Nasenhöhle geleiteten galvanischen Strom eine Geruchempfindung hervorzurufen. Er empfand bei der Schließung und Oeffnung der Kette nur ein mehr oder weniger schmerzhaftes Kneipen, oder eine bald mehr bald minder sich verbreitende Erschütterung. Was jenen angeblichen phosphorigen Geruch betrifft, so wissen wir durch Schönbein's Entdeckung, daß er von einem eigenthümlichen Körper, dem Ozon herrührt, der sich unter dem Einflusse der Reibungselektricität bildet, und so ist es denn also auch hier gewiß, daß jener Geruch nicht der unmittelbaren elektrischen Einwirkung auf die Nerven zuzuschreiben ist.

Es bleibt daher nur noch die Einwirkung der Elektricität auf das Auge übrig, die nicht so sehr in Verwunderung setzt, da wahrscheinlich Licht, Wärme und Elektricität Erscheinungen sind, die alle auf Bewegungen des Lichtäthers beruhen. Nicht zu leugnen ist es aber, daß dennoch die Lichterscheinungen bei einem auf das Auge geschehenden Stoße und bei einem einige Zeit dauernden Drucke, und vielleicht auch bei der Durchschneidung des Sehnerven, so wie die Phantasmen bei krankhafter Affection des Gehirns oder der Nervenhaut des Auges, sehr unsere fernere Aufmerksamkeit verdienen.

Ohne die Mitwirkung des Gehirns, oder vielleicht auch eines Theiles des Rückenmarks, gelangt keine Empfindung zum Bewußtsein, entsteht keine Erinnerung, kann sich der Wille nicht durch Bewegung der Muskeln äußern, sind wir nicht fähig zu denken, nicht einmal die Ueberleitung eines auf einen Empfindungsnerven hervorgebrachten Eindrucks auf die Bewegungsnerven geschieht im animalischen Theile des Nervensystems in den Nerven unmittelbar, sondern nur im Gehirne und Rückenmarke. Wenn man also auch keinen ausreichenden Grund hat, das Gehirn und

*) J. Müller, Handbuch der Physiologie. 3. Aufl. B. I. S. 629. B. II. S. 493.

Rückenmark ausschließlich für den Sitz der Seele zu halten, so enthält doch dieses Centrum des Nervensystems die Werkzeuge, ohne welche wir uns der Einwirkungen, die auf die Seele geschehen, nicht bewußt werden, und ohne welche die Seele nicht auf den Körper wirken zu können scheint. Mit dieser Vorstellung von der Wichtigkeit des Centrum, des animalischen Nervensystems, stimmen folgende Thatsachen überein:

1) alle animalischen Nerven laufen im Rückenmarke oder Gehirne zusammen, hängen aber auf ihrem Wege von ihrem peripherischen Ende bis zum Rückenmarke und Gehirne nicht unter einander durch ihr Nervenmark zusammen. An abgeschnittenen Armen und Beinen und andern Gliedern findet die Ueberleitung von Eindrücken, die auf die Empfindungsnerven gemacht werden, auf die Bewegungsnerven nur dann statt, wenn dieselben wenigstens noch mit einem Stücke des Rückenmarks oder Gehirns zusammenhängen;

2) wird ein Nerv durchschnitten oder das Leitungsvermögen desselben auf andere Weise, z. B. durch Druck, Erkältung oder Erwärmung eines Stücks des Nerven vollkommen unterbrochen, so entsteht in den Theilen, die von den Nerven unterhalb der afficirten Stelle ihre Nervenfäden bekommen, weder Empfindung noch durch den Willen hervorgebrachte Bewegung. Dagegen verhindert die Zerstörung der Sinnorgane die Entstehung der Phantasievorstellungen von solchen Sinneseindrücken, die man ehemals durch diese Sinnorgane erhielt, nicht;

3) viele Verletzungen des Gehirns haben einen plötzlichen Tod oder eine gänzliche Empfindungslosigkeit der Sinnorgane zur Folge, viele vorübergehende Einflüsse auf das Gehirn, von geringer Bedeutung, haben eine vorübergehende Ohnmacht zur Folge, die damit beginnt, daß es dem Menschen schwarz vor den Augen, d. h. finster wird, ungeachtet die Augen keine krankhafte Veränderung erleiden; ein Bluterguß im Sehhügel oder im gestreiften Körper, oder in einem andern kleinen Theile des Gehirns in der Nähe derselben, bringt eine vollständige oder unvollständige Lähmung des Tastsinns und gewisser Muskeln, in weit von einander entfernten Theilen der einen Seitenhälfte des Körpers hervor, ungeachtet die krankmachende Ursache auf diese Theile unmittelbar gar nicht eingewirkt hat; dagegen glauben Menschen, denen ein Glied amputirt worden ist, noch Jahre lang Empfindungen in dem nicht mehr existirenden Gliede zu haben, und können dieser Täuschung durch keine Ueberlegung entgehen, vermuthlich weil die Fortsetzungen der Nervenfäden noch

Eindrücke auf das Gehirn hervorbringen können, die ehemals von dem Gliede herkamen;

4) bei Gehirnkrankheiten glaubt man Gesichtempfindungen, Gehörempfindungen, Tastempfindungen und bisweilen auch Geruchempfindungen zu haben, ohne daß ein Gegenstand auf diese Sinne wirkt, und ohne daß die Sinnorgane erkrankt sind; bei Krankheiten des Gehirns und Rückenmarks glaubt man Schmerzen in Theilen des Körpers zu empfinden, die nicht krank sind;

5) manche Gifte, welche ins Blut gelangen und sich dadurch im ganzen Körper verbreiten, und dann Starrkrampf und Empfindungslosigkeit erzeugen, z. B. Strychnin, bringen ihre Wirkung nur dadurch hervor, daß sie auf das Rückenmark oder Gehirn wirken. Auf die Nervenstämme unmittelbar wirken sie nicht, denn ein Glied, dessen Nervenstämme durchschnitten sind, wird vom Starrkrampfe nicht ergriffen;

6) meine Untersuchungen beweisen, daß wir den Ort, wo unsere Nerven von äußeren Dingen afficirt werden, bei unsern Empfindungen unmittelbar nicht erkennen, sondern daß wir nur durch die Vereinigung vieler Erfahrungen über denselben belehrt werden.

Der Tastsinn in's Besondere.

Ortempfindungen, Druckempfindungen und Temperaturempfindungen.

Der Tastsinn verschafft uns zwei Arten von Empfindungen, die ihm eigenthümlich sind, Druckempfindungen und Temperaturempfindungen, und zugleich sind das Tastorgan und seine Nerven so eingerichtet, daß dieselben Empfindungen sich von einander unterscheiden lassen, wenn sie an zwei verschiedenen Orten der Haut entstehen. Wir können daher den Ortsinn, den Drucksinn und den Temperatursinn als drei Vermögen des Tastsinns unterscheiden. Sowohl die Zusammendrükkung als die Ausdehnung der empfindlichen Organe oder die Spannung, z. B. wenn ein Gewicht auf unsere Haut drückt, und wenn durch Ziehen an den Haaren die Haarbälge gedehnt werden, erregen Empfindungen, die wir kurz unter dem Namen Druckempfindungen zusammenfassen können. Die Temperaturempfindungen sind entweder positive, d. h. Wärmeem-

pfindungen, wenn die Temperatur in unsern empfindenden Theilen steigt, indem ihnen Wärme zugeführt wird, oder negative Wärmeempfindungen, d. h. Kälteempfindungen, wenn ihre Temperatur sinkt, indem ihnen Wärme entzogen wird. Nur die mit Tastorganen versehenen Theile verschaffen uns Druckempfindungen und Temperaturempfindungen. Die inneren Theile, welche keine Tastorgane besitzen, können gedrückt, erwärmt und erkältet werden, aber niemals entsteht dadurch die Empfindung des Drucks, der Wärme und der Kälte. Alle andern Empfindungen, außer den genannten, welche uns die Tastorgane verschaffen, gehören dem Gemeingefühle an. Man darf daher Schmerzen, die durch Druck, Wärme und Kälte entstehen, nicht mit der Sinnesempfindung des Drucks, der Wärme und der Kälte verwechseln. Uebrigens muß man die genannten reinen Empfindungen von den Vorstellungen unterscheiden, zu welchen sie die Veranlassung geben, zumal nachdem durch sie die Vorstellung von der Bewegung überhaupt, und in Sonderheit das Bewußtsein der eignen Bewegung erweckt worden ist. Hierher gehört vor allen die Vorstellung vom Widerstande, den uns die Körper bei der Bewegung unsers Körpers leisten, wovon weiter unten gehandelt werden wird. Die Empfindungen des Drucks und der Wärme und Kälte sind so verschieden, daß es zweifelhaft erscheinen kann, ob beide als verschiedene Modificationen einer und derselben Empfindung angesehen werden dürfen. Da die Zunge zugleich der Sitz zweier Sinne, des Geschmackssinns und Tastsinnes ist, so muß man die Frage aufwerfen, ob etwa auch die Haut der Sitz zweier Sinne, des Drucksinns und Temperatursinns sei. Dienten dieselben an den Enden der Tastnerven angebrachten mikroskopisch kleinen Sinnorgane für beide Zwecke, und also sowohl zur Wahrnehmung des Drucks und seiner gradweisen Verschiedenheiten, als auch zur Wahrnehmung der Wärme und Kälte und ihrer gradweisen Unterschiede, hätte die Empfindung von Wärme und Kälte ihren Grund in der Wahrnehmung desjenigen Drucks, der dadurch entstünde, daß die Wärme die Körper ausdehnt, die Kälte aber ihr Volumen vermindert; so würde nur ein einziger Sinn, der Tastsinn, in der Haut anzunehmen sein. Man dürfte dann vielleicht vermuthen, daß ein in einer bestimmten Richtung auf die Theile der Haut wirkender Druck und Zug die Empfindung von Druck und Zug, daß dagegen eine in gewissen Theilen der Haut nach vielen Richtungen stattfindende Zusammendrückung und Ausdehnung die Empfindung von Kälte und Wärme verursachten. Existirten dagegen in der Haut zweierlei Arten von Organen, von welchen die einen durch Druck in Bewegung gesetzt würden, und dadurch eine Veränderung in den mit ihnen verbundenen Ner-

ven hervorbrächten, die anderen aber durch Temperaturveränderungen in Bewegung geriethen, und dadurch in den mit ihnen verbundenen Nerven Eindrücke hervorbrächten, so würde man in der Haut einen Drucksinn und einen Temperatursinn anzunehmen haben. Die erstere Annahme scheint mehr für sich zu haben als die letztere. Ich stütze mich, indem ich dieses ausspreche, auf die von mir gemachten Beobachtungen, welche die Aufmerksamkeit der Physiologen zu verdienen scheinen: kalte auf der Haut ruhende Körper scheinen uns schwerer, warme leichter zu sein als sie sollten. Die Empfindung der Kälte scheint sich demnach mit der Empfindung des Drucks zu summiren, die der Wärme scheint sich nicht zu summiren, vielleicht sogar wie ein negativer Druck zu wirken, und also die gleichzeitige Empfindung des Drucks zu vermindern. Man nehme gleiche Gewichte von ganz gleicher Gestalt, die man bequem übereinander legen kann. Hierzu eignen sich sehr gut neue Thaler. Man erkälte die einen bis unter den Frostpunct, z. B. bis auf — 7° C oder — 4° C und erwärme die andern bis auf + 37° oder 38° C, und lege einem Beobachter, der so da liegt, daß der Kopf völlig unterstützt, und daß die Fläche der Stirn horizontal ist, und der zugleich die Augen schließt, einen kalten Thaler auf die Stirn, entferne ihn gleich darauf und lege zwei warme übereinander liegende Thaler genau an dieselbe Stelle, nehme sie dann weg und bringe sehr schnell wieder einen kalten dahin, und nachdem man ihn wieder weggenommen lege man wieder zwei warme Thaler dahin, bis der Beobachter im Stande ist ein Urtheil darüber abzugeben, ob das zuerst auf die Stirn gelegte oder das nachher dahingebrachte Gewicht das schwerere sei. Der Beobachter wird behaupten, daß beide Gewichte gleich schwer wären oder sogar daß das, welches aus zwei erwärmten Thalern bestand, das leichtere sei. Dieser Versuch, den ich bei Mehreren mit demselben Erfolge angestellt habe, beweist, daß die Empfindung der Kälte die Empfindung des Drucks sehr beträchtlich verstärke, da nicht nur das kalte Gewicht, wenn es gleich groß ist, sondern sogar, wenn es nur halb so groß ist, für schwerer gehalten wird. Es versteht sich von selbst, daß der Beobachter, um diesen Versuch mit Erfolg anzustellen, vollkommen unterstützt sein müsse, und sich nicht erheben dürfe, weil er dann über die Schwere der Gewichte nicht bloß durch den Druck, den sie ausüben, sondern auch durch die Anstrengung der Muskeln eine Vorstellung erhalten würde, welche, um sie zu erheben, erforderlich ist.

Nur der Tastsinn verschafft uns Druckempfindungen und Temperaturempfindungen.

Die Physiologen scheinen bis jetzt kaum daran gezweifelt zu haben, daß die inneren Theile, welche nicht mit Tastorganen versehen sind, gleichfalls fähig seien, uns die Empfindungen des Drucks, der Wärme und der Kälte zu verschaffen. Mir schien es zweifelhaft, daß diese besonderen Sinnesempfindungen auch da möglich sein sollten, wo die zu ihrer Wahrnehmung dienenden Sinnorgane fehlten. Um hierüber Gewißheit zu erlangen, forderte ich meinen Freund Dr. Günther, Professor der Chirurgie in Leipzig, auf, bei einigen Kranken, bei welchen nach einer ausgedehnten und heftigen Verbrennung, und auf andere Weise ein großes Stück der Haut durch Eiterung zerstört worden war, mit mir gemeinschaftlich darüber Experimente zu machen, ob dieselben unterscheiden könnten, wenn die Wundfläche mit einem kalten oder warmen metallischen Körper berührt würde. Zu diesem Zwecke wurde ein Spatel in Wasser von + 7° bis + 10° R (8°,7—12°,5 C), ein anderer in Wasser von + 36° bis + 40° R (45°—50° C) eingetaucht, so daß sie diese Temperaturen annahmen. Wenn man nun den wärmeren und den kälteren Spatel bald nach einander mit der Wundfläche in Berührung brachte, so gaben die Personen auf die Frage, ob der berührende Körper warm oder kalt sei, eben so oft eine falsche als eine richtige Antwort, so daß sie bisweilen dreimal hinter einander zu empfinden behaupteten, daß sie mit einem kalten Körper berührt würden, während derselbe warm war. Wurden aber dieselben Versuche in der Nachbarschaft der Wunde an unverletzten Theilen der Haut gemacht, so unterschieden sie die Temperatur leicht und sicher. Als man den Spatel in dem einen Falle noch wärmer machte, erregte er an dem Orte, wo die Haut zerstört war, Schmerz, bei den vorher erwähnten Versuchen war das nicht der Fall. Solche zerstörte oder wunde Theile der Haut sind, wie man sich ausdrückt, sehr empfindlich, d. h. schon schwache Einwirkungen verursachen Schmerzen. Sogar der Wechsel der Witterung kann in solchen Theilen auf eine sonst unbegreifliche Weise Empfindungen hervorrufen, und dessen ungeachtet ist das Vermögen, Wärme und Kälte zu unterscheiden, nicht nur nicht gesteigert, sondern sogar ganz aufgehoben. Ich erhielt auch durch Dr. Günther die Gelegenheit, die Unempfindlichkeit der Gedärme gegen die Kälte in einem Falle zu beobachten, wo mehrere Windungen derselben durch eine Bauchwunde hervorgedrungen, und nur durch die hervorgedrängte Bauchhaut bedeckt waren. Sie wurden mit einem Tuche bedeckt, das so eben in kaltes Wasser eingetaucht worden

war, welches (im September) die Zimmertemperatur hatte; der Patient hatte dabei nicht die geringste Empfindung von Kälte oder Schmerz und fühlte auch keinen Druck.

Zu demselben Resultate führten Versuche, welche Steinhäuser*) bei einer Frau anstellte, bei welcher sich in Folge einer Abdominalschwangerschaft ein Abscess am Unterleibe gebildet hatte, und ein anus artificialis am Dickdarme entstanden war, der später heilte. Bei dieser Frau, die sonst vollkommen gesund war, und namentlich auch gut verdauete, trat durch eine, 1½ Zoll im Durchmesser große Oeffnung der Darm, indem er sich umstülpte, hervor. Nachdem Steinhäuser der Frau die Augen mit einem Leinentuche verdeckt hatte, berührte er die Schleimhaut längere Zeit mit Eis, und hierauf mit einem Eisen, das so warm war, daß man es kaum in der Hand halten konnte. Aber die Patientin fühlte nichts davon. Wurde die Schleimhaut mit einer Nadel gestochen, so merkte sie nicht, daß sie berührt wurde. Diese Versuche wurden oft und immer mit demselben Erfolge wiederholt. Sogar von der Berührung mit Höllenstein, und als ein Stückchen Schleimhaut mit der Scheere ausgeschnitten wurde, fühlte die Patientin nichts.

Wenn man sehr warme oder sehr kalte Getränke verschluckt, so bemerkt man, daß die Zunge, der Gaumen und der Schlund Tastsinn haben. Von hieran verschwindet er aber oder wird wenigstens so unvollkommen, daß man daran zweifeln kann, ob er noch überhaupt vorhanden sei. Füllt sich der Magen mit warmen oder kalten Getränken, oder wird der Dickdarm durch Klystiere mit warmen und kalten Flüssigkeiten erfüllt, so müssen in wenig Secunden die anliegenden Häute und Muskeln die Einwirkung der Wärme und Kälte erleiden. Es müßte daher alsbald eine gar nicht zu verkennende Empfindung von Wärme und Kälte entstehen. Es entsteht aber bei solchen Graden, die in der Haut keinen Schmerz verursachen, gar keine Empfindung. Freilich, wenn die Kälte und Wärme einen solchen Grad erreicht, daß sie in der Haut Schmerz erregen würden, so können die Flüssigkeiten allerdings auch in diesen innern Theilen eine dem Gemeingefühle angehörende, jedoch schwächere Empfindung hervorrufen, aber es ist nicht die Empfindung von Wärme und Kälte, die man hat, und noch viel weniger ist man im Stande, gradweise Unterschiede derselben zu empfinden. Um selbst einige Versuche dieser Art zu machen, that ich in ein Trinkglas voll Wasser, das vor dem Fenster in der Frostkälte stand,

*) Steinhäuser, Experimenta nonnulla de sensibilitate et functione intestini crassi. Lipsiae 1831, pag. 19.

so viel Schnee, daß es sich bis auf 0° R abkühlen mußte, und trank es schnell aus. Ich empfand die große Kälte desselben deutlich in der ganzen Mundhöhle und am Gaumen und Rachen. Aber ich fühlte nicht das allmählige Hinabdringen des kalten Wassers durch die Speiseröhre. In der Magengegend hatte ich zwar eine Empfindung, die ich für die Empfindung einer schwachen Kälte hielt; da sie aber nur in der Gegend der vorderen Magenwand, nicht in der Gegend der hinteren nach dem Rücken zu gespürt wurde, so vermuthe ich, daß diese Empfindung von einer Mittheilung von Kälte an die Haut des Bauchs in der Magengegend hergerührt habe. Ich machte den entgegengesetzten Versuch und trank so schnell als möglich drei Tassen voll Milch, deren Temperatur in der ersten Tasse + 56° R (+ 70° C), in der dritten + 50° R (62°,5 C) betrug, in der zweiten aber eine Temperatur hatte, die zwischen diesen Temperaturen in der Mitte stand. Ich fühlte die Wärme im Munde, im Gaumen und im Schlunde, nicht aber in der Speiseröhre. Im Momente, wo die verschluckten Portionen im Magen ankamen, hatte ich eine längere Zeit fortdauerndes Gefühl, aber es war nicht deutlich das Gefühl von Wärme, ich hätte es bisweilen sogar mit einem Kältegefühl verwechseln können. Versuche, welche von mir bei mehrern Personen mit kalten Klystieren gemacht wurden, sind schon oben S. 24 angeführt worden. Auch sie bestätigten es, daß innere Theile, die nicht mit Tastorganen versehen sind, uns nicht die Empfindung der Wärme und Kälte verschaffen können; und daß Theile, die nicht mit Tastorganen versehen sind, uns auch nicht die Empfindung des Drucks verschaffen können, dafür ist schon oben die Erfahrung angeführt worden, die ein Jeder mit dem Zwerchfelle zu machen Gelegenheit hat, so wie auch die, daß ein Druck, der auf den Stamm eines Tastnerven ausgeübt wird, nicht die Empfindung von Druck, sondern von Schmerz verursacht. Eben so entsteht, wenn Wärme, Kälte oder Druck den entblößten Zahnkeim afficirt, ein Nervenschmerz, der in allen drei Fällen derselbe ist, und nicht die mindeste Aehnlichkeit mit den Empfindungen der Wärme, Kälte und des Druckes hat.

Die Schleimhaut der Nase ist nur am vorderen Eingange in die Nase, ferner am Boden und in der Nähe des Bodens der Nasenhöhle mit Tastsinn begabt, in den höheren Regionen, zu welchen sich der Geruchnerv verbreitet, und wo die Schleimhaut mit dem Flimmerepithelium bedeckt ist, scheint der Tastsinn zu fehlen, obgleich die Haut ein sehr lebhaftes Gemeingefühl hat. Zieht man daher bei großer Winterkälte mit Kraft sehr kalte Luft durch die Nase ein, so empfindet man die Kälte am Eingange der Nase, auf dem Boden derselben und auf der oberen Oberfläche

des Gaumenvorhangs, nicht aber in den höheren Regionen. Eben so empfindet man die Kälte und den Druck eines kalten, runden, glatten Eisenstäbchens, das man in die Nase einbringt, am Eingange, wenn es aber in die höhern Regionen kommt, so bringt es nur einen Kitzel oder Schmerz hervor, keineswegs die Empfindung der Kälte und des Drucks. *)

Die Elementarfäden der Tastnerven und ihre peripherischen und centralen Enden.

Die Haut ist zugleich Sinnorgan und Absonderungsorgan. Für beide Zwecke nimmt man in ihr kleinere Organe wahr. Die Hautwärzchen und Haarbälge, vielleicht auch die Pacinischen Körperchen, sind Werkzeuge für das Sinnorgan, die Hautdrüsen gehören dem Secretionsorgane an.

Ueber den feineren, durch das Mikroskop zu entdeckenden Bau der Haut, für den Zweck des Tastsinns, weiß man äußerst wenig.

Die Elementarfäden der Tastnerven unterscheiden sich in ihrem äußeren Ansehen nicht von den Elementarfäden der Nerven der animalischen Muskeln, sie haben daher ungefähr einen viermal größeren Durchmesser als die Fäden des Geruchnerven und Sehnerven, und auch immer einen größeren Durchmesser als die Fäden des Gehörnerven.

---

*) Als ich den schon oben S. 26 angeführten Versuch bei mir selbst anstellte, und, während ich auf dem Rücken lag, in das eine Nasenloch eiskaltes Wasser durch eine zugespitzte Glasröhre füllen ließ, erfüllte sich zuerst diese Nasenhöhle, dann der oberste Theil des Pharynx und von da aus die andere Nasenhöhle, so daß das Wasser in beiden Nasenlöchern bis an den Rand reichte. Ich konnte athmen und sogar sprechen, ohne daß das Wasser weiter in den Rachen hinabfloß. Die Nasenhöhlen nebst ihren Nebenhöhlen faßten bei mir in dem einen Falle 16,6 Cubikcentimeter, in dem andern 17,2 Cubikcentimeter Wasser. Bei einem Jünglinge von 16 Jahren, bei welchem ich denselben Versuch anstellte, faßten die Nasenhöhlen in dem einen Falle 8,3, in einem zweiten 11,7 Cubikcentimeter Wasser. Die kalte Temperatur desselben empfand ich nur am Eingange, ferner ganz schwach auf dem Boden der Nase, endlich etwas deutlicher auf der oberen Oberfläche des Gaumenvorhangs. Von der Anfüllung der anderen Nasenhöhle mit Wasser nahm ich nichts wahr und würde davon gar nichts gemerkt haben, wenn nicht mein Assistent mich darauf aufmerksam gemacht hätte, daß das Wasser an dem andern Nasenloche emporsteige. War das eingefüllte Wasser 0° C., so entstand in der Stirnhöhle ein eigenthümlicher Schmerz, der aber keine Aehnlichkeit mit der Empfindung der Kälte hatte. Der junge Mensch bemerkte diesen Schmerz vorzüglich in der Gegend des Canalis lacrymalis. Wasser, das beim Einfüllen 0° C. hatte, und nachdem die Nasenhöhle erfüllt war sogleich wieder ausfloß, war in der kurzen Zeit in der Nasenhöhle so warm geworden, daß es, als es in einem Gefäßchen aufgefangen wurde, das bis zu + 20 C. erwärmt war, eine Temperatur von + 25° C. zeigte.

Aber die Geschmacknerven scheinen dasselbe Ansehn und dieselbe Größe als die Tastnerven zu haben. Dieser Unterschied in der Größe rührt zum Theil von den dickern Hüllen her, durch die die Elementarfäden der Tastnerven, Geschmacknerven und Muskelnerven vor dem Drucke der sie umgebenden Theile, namentlich auch der Muskeln, geschützt werden. Da die Geruchnerven, Sehnerven und Gehörnerven auf ihrem kurzen Wege sehr geschützt sind, so bedurfte es bei diesen letzteren wohl keiner so dicken Hüllen für die Elementarfäden, und daher sind sie von einfachen Contouren begrenzt, während die Contoure der Elementarfäden der Tastnerven doppelt, und diese Nerven im Ganzen viel härter sind als die genannten drei Nerven. Bell verdanken wir die Entdeckung, daß es besondere Gefühlsnerven und Bewegungsnerven giebt, und daß die Gefühlsnerven der Haut und anderer Theile des Rumpfs und der Extremitäten, wenn sie in die Nähe des Rückenmarks kommen, sich von den Muskelnerven trennen, mit welchen sie auf dem größten Theile ihres Wegs gemengt lagen und daselbst die hintere, mit einem Spinalganglion versehene, Wurzel der Rückenmarknerven bilden. Magendie hat diese Entdeckung durch sehr schätzbare Experimente in ein helleres Licht, und Joh. Müller hat sie durch seine Versuche außer allen Zweifel gesetzt. Die Empfindungsnerven zeichnen sich, wie R. Wagner bemerkt, dadurch vor den Bewegungsnerven (und den drei oben genannten Sinnesnerven) aus, daß die Elementarfäden, da wo sie durch das Spinalganglion gehen, durch eine Ganglienkugel unterbrochen werden. Man muß von der Zukunft Aufschluß darüber erwarten, was diese Einschaltung einer Ganglienkugel in den Elementarfäden der Empfindungsnerven für einen Zweck habe. Ich habe schon auf die große Wichtigkeit der Entdeckung Fontana's aufmerksam gemacht,*) welche Prevost und Dumas und ferner Edwards bestätigt hatten, daß die Elementarfäden der Nerven auf ihrem Wege zum Gehirn keine Aeste aufnehmen oder abgeben, sondern als einfache, ungetheilte, ziemlich gleich dicke Fäden dahin gehen, und gezeigt, daß dieses Resultat der mikroskopischen Anatomie durch physiologische Experimente über die Function der Nerven bestätigt werde. Ich sagte: die Fortpflanzung des Eindrucks scheine nur durch diejenigen kleinsten Nervenfäden, die unmittelbar gereizt werden, zu geschehen, und der Reiz scheine sich nicht von einem Nervenfaden auf andere Nervenfäden fortzupflanzen, weil sie mit denselben nicht durch ihr Nervenmark zusammenhängen. Durch diese

*) Hildebrandts Handbuch der Anatomie des Menschen, umgearbeitet von E. H. Weber. Leipzig 1830. Bd. I. S. 275, 276, 281, 285 und 286.

Einrichtung werde bewirkt, daß eine bestimmte Stelle des Tastorgans mit einer bestimmten Stelle des Gehirns durch einen einzigen ungetheilten Faden in Zusammenhang gebracht werde. Es scheint nichts darauf anzukommen, welche Umwege der Nervenfaden unterwegs macht, und in welcher Nervenscheide er mit andern Nervenfäden beisammen liegt, aber wir dürfen vermuthen, daß viel darauf ankomme, daß der Ordnung, in welcher die Nervenfäden von der Haut ausgehen, eine zweite Ordnung entspreche, in welcher sie im Gehirne endigen. Joh. Müller*) hat hierauf sowohl durch seine trefflichen Untersuchungen das Factum, daß die Elementarfäden keine Aeste abgeben und aufnehmen, bestätigt, als auch sehr interessante Folgerungen daraus gezogen. Ueber die Frage, wo und wie sich die Tastnerven im Gehirne endigen, können wir noch keine bestimmte Auskunft geben, aber die Erfahrungen, die wir bei Menschen über die halbseitige Lähmung, Hemiplegia, machen, erlauben es uns, die Gegend des Gehirns, wo das Centralorgan für den Tastsinn zu suchen ist, anzuzeigen, nämlich jenseits des Sehhügels und des gestreiften Körpers nach den Windungen des großen Gehirns zu.

Bei der Hemiplegie experimentirt die Natur für uns. Sehr oft ist es ein Bluterguß im Sehhügel oder gestreiften Körper der einen Seite, und zugleich im anstoßenden Theile der Hemisphäre, oder in einem von diesen beiden Hügeln allein, selten an einem Orte, der den Windungen des großen Gehirns noch näher liegt, noch seltener an einem Orte, der sich hinter diesen Hügeln nach der medulla oblongata zu befindet,**) welcher einen Druck auf einen so kleinen Theil des Gehirns oder auch eine so eng begrenzte Zerstörung desselben hervorbringt,

---

*) Joh. Müller, in Froriep's Notizen. März 1831. Bd. 30. S. 113 und Handbuch der Physiologie des Menschen. Coblenz 1834. Bd. I. S. 665 ff.

**) Andral, Précis d'anatomie pathol. T. II. p. 281, übers. von Becker, II. 437, hat 386 Fälle von Hirnblutung gesammelt, jedoch ohne die Krankheitserscheinungen zu bemerken, unter diesen waren

202 Fälle, wo die Blutung in dem Theile der Hemisphären entstanden war, welcher in der Höhe des gestreiften Körpers und des Sehhügels liegt und zugleich in diesen Organen,

61 Fälle, wo sie nur im gestreiften Körper,

35 Fälle, wo sie nur im Sehhügel,

27 Fälle, wo sie in der über dem Centrum semiovale gelegenen Portion der Hemisphäre gefunden wurde,

10 Fälle, wo sie im vordern Hirnlappen vor dem gestreiften Körper, endlich

7 Fälle, wo sie hinter dem Thalamus n. opt. im hintern Hirnlappen, und nur

44 Fälle, wo sie im kleinen Gehirne, Pons, Medulla oblongata, spinalis und Glandula pinealis erfolgt war.

daß dieselben Theile auf der andern Seite des Gehirns nicht mit leiden. Der Blutandrang, der die Zerreißung eines Blutgefäßes zu Wege bringt, trifft anfänglich einen viel größern Theil des Gehirns, und bringt meistens völlige Bewußtlosigkeit und andere Erscheinungen eines umfänglichen Leidens des Centrums des Nervensystems hervor. Auch erregt der Bluterguß Nachwirkungen von größerm Umfange, als die Verletzung an sich hervorbringen würde, z. B. durch Hirnentzündung. Wenn sich nun aber diese Erscheinungen gegeben haben, so bleiben diejenigen übrig, welche die Folge der durch den Bluterguß angerichteten Hemmung oder Zerstörung sind. Es zeigt sich dann der merkwürdige Erfolg, daß das Empfindungsvermögen auf der Seite, auf welcher das Gehirn nicht verletzt ist, an der untern und obern Extremität, seltener nur an einer von beiden, und außerdem am Rumpfe von der Mittellinie am Rücken bis zur Mittellinie am Bauche geschwächt, oder mehr oder weniger vollkommen gelähmt ist, daß aber zugleich nur diejenigen Muskeln, welche die gelähmte Extremität oder die gelähmten Extremitäten zu bewegen bestimmt sind, nicht aber die Muskeln, welche die Theile des Rumpfs gegen einander bewegen, mehr oder weniger vollständig gelähmt sind.

Hiermit ist sehr häufig die Lähmung der einen Hälfte der Zunge, mehrerer Gesichtsmuskeln und des Tastsinns auf derselben Seite des Kopfs, wo die Extremitäten gelähmt sind, verbunden.

Ich habe an einigen Patienten eine Reihe von Experimenten ausgeführt, um im Einzelnen zu prüfen, welche Muskeln gelähmt, und ob dieselben vollkommen gelähmt wären, ferner in welcher Ausdehnung und in welchem Grade der Tastsinn und das Gemeingefühl gelähmt sei, und bin dabei zu folgenden Resultaten gelangt. Bei der einfachsten, nicht complicirten, Hemiplegie werden nur die Tastorgane der einen Seitenhälfte und die sie bewegenden Muskeln (wiewohl in der Regel nicht vollständig) gelähmt, dagegen bleiben diejenigen Muskeln, die mit der Bewegung der Tastorgane nichts zu thun haben, frei von der Lähmung. Es werden daher gelähmt: die Haut und die Muskeln des einen Arms (wohin unter andern auch der Cucullaris, Latissimus dorsi, und Serratus anticus major gehören), ferner die Muskeln des einen Beins, der einen Hälfte der Zunge und der einen Hälfte der Lippen, und der übrige Theil der Haut auf derselben Seite des Kopfs und Rumpfs. Es werden dagegen nicht gelähmt diejenigen Muskeln, die nichts zur Bewegung jener mit Tastsinn versehener Glieder beitragen, sondern nur einen Theil des Rumpfs gegen

den andern bewegen, also die Muskeln, die den Rumpf strecken, beugen und drehen, ferner die Intercostalmuskeln und die Bauchmuskeln. Es versteht sich von selbst, daß sich die Lähmung oft nicht über die ganze Seite des Körpers erstrecke, sondern nur auf den Arm oder nur auf das Bein, und nur auf einen Theil der Haut des Rumpfs. Aber sie erstreckt sich in nicht complicirten Fällen nicht auf die Muskeln der andern Seite, und die vordere und hintere Mittellinie bildet eine Grenze, über welche hinaus die Lähmung der Haut nicht reicht. Die Arme, Beine, die Zunge, die Lippen, die Kiefer sind Theile, welche bei der Entstehung des Menschen nicht sogleich vom Anfange gebildet werden, wenn der Kopf und Rumpf entstehen, sondern nachträglich als Anhänge hervorwachsen. Die Nerven dieser Tastorgane und ihrer Muskeln scheinen sich hoch hinauf in das große Gehirn zu begeben, während die Nerven der Muskeln, die den Rumpf bewegen, tiefer unten in der medulla oblongata ihren Mittelpunkt zu haben scheinen, und daher die Tastnerven nicht in's Gehirn begleiten. Da gewisse Regionen der Haut und der genannten Muskeln gleichzeitig gelähmt, und wenn die Krankheit sich bessert, auch oft beide wieder von der Lähmung befreiet werden, und da es zu den sehr seltenen Ausnahmen gehört, daß die Muskeln gelähmt werden, ohne daß zugleich Spuren von Lähmung in der Haut vorhanden sind, und daß die Haut gelähmt wird, ohne daß zugleich Spuren von Lähmung in den Muskeln vorhanden sind, und diese angeblichen Ausnahmen noch sehr einer genauen Revision bedürfen, so darf man mit Recht vermuthen, daß an dem angegebenen Orte des Bluterguſſes im Gehirne die Nerven der ganzen Hälfte der Haut nahe beisammen liegen, denn wäre das nicht der Fall, so würden sich zu Folge einer so localen Verletzung niemals, viel weniger aber so oft, in der Haut der ganzen einen Körperhälfte Spuren von Lähmung finden,*) und ferner, daß die Nerven einzelner Abtheilungen der Haut an dem verletzten Theile des Gehirns nahe neben den Nerven gewisser Muskeln liegen, so daß der Druck, den das ergossene Blut ausübt, oder die Störung, die vermöge der Durchdringung mit Blut entsteht, fast immer zugleich

*) Wenn es sich bestätigen sollte, daß wirklich die Muskeln der einen Körperhälfte gelähmt werden könnten, ohne daß sich zugleich Spuren einer Lähmung oder Schwächung des Empfindungsvermögens fänden, und daß umgekehrt die Lähmung der Haut der einen Körperhälfte beobachtet würde, ohne daß sich Spuren einer Lähmung oder Schwächung der Muskeln zeigten, so würde man vermuthen dürfen, daß die Empfindungs- und Bewegungsnerven jenseits des Sehhügels und gestreiften Körpers, und also noch näher an den Windungen des Gehirns sich mehr von einander entfernten, als es in den Sehhügeln und den gestreiften Körpern der Fall ist.

gewisse Nerven der Haut und der Muskeln trifft. Ich bin der Meinung, daß an dem Orte des Bluterguſſes, welcher die Hemiplegie erzeugt, nicht das Nervencentrum für den Tastsinn zu suchen sei, sondern daß sich hier die Nerven noch auf dem Wege zu diesem Centrum befinden. Wenn das Nervencentrum selbst afficirt wird, so scheinen Krämpfe zu entstehen, die mit Gefühllosigkeit der afficirten Theile verbunden sind. In den Fällen, wo ich mit der Hemiplegie Behaftete untersuchte, waren die Haut und Muskeln nicht immer in allen ihren Theilen gelähmt. Das ist auch gar nicht zu erwarten. Denn die Störung, die der Druck des ergossenen Bluts, oder die Durchdringung des Gehirns mit Blut hervorbringt, trifft unstreitig nicht jeden einzelnen Nervenfaden, und nicht einmal alle Bündel der in der Nähe liegenden Nervenfäden. Bei einem Drucke, den wir auf den nervus ulnaris ausüben, werden auch nicht alle Nervenfäden afficirt oder in gleichem Grade getroffen. In allen diesen Fällen sagt man, das Gefühl sei pelzig. Dadurch, daß viele Nervenfäden, die in ihrem Leitungsvermögen behindert oder beschränkt sind, mit andern vermengt sind, bei welchen das nicht der Fall ist, scheint der Tastsinn außerordentlich gestört zu werden. Dasselbe scheint auch hinsichtlich des Bewegungsvermögens bei den mit Hemiplegie Behafteten stattzufinden, die Function der Muskeln aber wird dadurch noch mehr gestört, als die der Haut. In der Haut wechseln Theile, wo Nadelstiche oder die Berührung mit einem in heißes Wasser getauchten Löffel gar nicht gefühlt werden, mit andern ab, wo dergleichen stärkere Einwirkungen als eine Berührung empfunden werden, ohne daß sie Schmerz erregen. Allein man würde sich sehr irren, wenn man glaubte, daß an diesen Theilen die Fähigkeit, Schmerz zu empfinden, aufgehoben sei, während der Tastsinn fortbestehe. Stiche und die Berührung heißer Körper schmerzen nur deswegen nicht, weil sie nur als ein schwacher Kitzel empfunden werden, den man nicht Schmerz nennen kann, sie bringen daher nicht eine Tastempfindung hervor, sondern eine Gemeingefühlempfindung, die aber, weil nur wenige Nervenfäden den Eindruck fortpflanzen, oder weil die Nervenfäden den Eindruck nur unvollkommen und daher schwach fortpflanzen, von zu geringer Stärke ist, als daß er schmerzen könnte. Nur an manchen Theilen der Haut ist der Tastsinn ungeschmälert vorhanden, und an diesen empfindet der Patient auch Schmerz, wenn er gestochen oder mit heißen Körpern berührt wird. Die Störung, die der Tastsinn erleidet, weil gelähmte und nicht gelähmte Nervenfäden unter einander gemengt sind, zeigt sich unter andern auch dadurch, daß der Patient die Berührung mit einem Finger nicht von einem Nadelstiche unterscheiden kann, und daß er über den Ort, wo er berührt

wird, eine sehr unvollkommene Vorstellung erhält, so daß er z. B. glaubt, er werde an der Wade berührt, wenn man den Fußrücken berührt, oder er werde an dem Kreuz berührt, wenn man die Mitte des Rückens berührt. Ob Tastsinn vorhanden sei oder nicht, zeigt sich sehr leicht daran, ob der Patient mäßig warme Körper von kalten Körpern unterscheiden kann.*)

---

*) Um eine anschauliche Vorstellung davon zu geben, wie bei der Hemiplegie nahe neben einander liegende Theile der Haut ihren Tastsinn, und bald mehr oder weniger auch das Gemeingefühl verlieren können, setze ich eine kurze Relation von einem speciellen Falle hierher:

G., 68 Jahre alt, Spielkartenfabrikant, leidet seit ungefähr 8 Wochen an Hemiplegie, die dadurch entstanden sein soll, daß er sich dem Zuge bei offnen Fenstern ausgesetzt, während er vorher bei angestrengter Arbeit geschwitzt hatte. Die Krankheit begann damit, daß er plötzlich nicht mehr stehen konnte, weil der linke Fuß zusammenknickte. Das Bewegungsvermögen ist im linken Arme und Fuße gelähmt, ungelähmt dagegen sind die Drehmuskeln des Kopfs und Rumpfs, die Ausstreckemuskeln des Rückens und die Beugemuskeln des Kopfs und Rückens, die Kaumuskeln, die Athmungsmuskeln und die Bauchmuskeln. Der Patient kann sich im Bette nicht aufrichten, denn dazu wird die Thätigkeit gewisser, von den Beinen zum Rumpfe gehender, Muskeln erfordert, wohl aber kann er sich, wenn er aufgerichtet wird, drehen, beugen und strecken. Der Pectoralis major und Latissimus dorsi sind also gelähmt, das Zwerchfell dagegen, die Intercostalmuskeln und die Sternocleido-mastoidei sind es nicht. Das Empfindungsvermögen, Tastsinn und Gemeingefühl, sind am ganzen linken Beine und Arme gelähmt oder geschwächt. Es giebt indessen einzelne Stellen am Rücken des Fußes, am Unterschenkel zwischen tibia und fibula, wo Stiche, die man mit einem spitzen Messerchen macht, empfunden werden, aber nicht als Schmerz, wie am rechten Fuße, sondern als Berührung oder Kitzel, wodurch ein Zusammenfahren des Patienten und bisweilen ein Zucken eines einzelnen Muskels des Beins in der Gegend des Vastus ext. oder des Tibialis ant., und also Reflexbewegung entsteht, woraus man sieht, daß auch diese Muskeln nicht ganz gelähmt sind. Es giebt Theile der Haut, wo der Patient gar nichts fühlt, und andere, wo die Berührung mit einem 51° R. bis 56° R. heißen Löffel keinen Schmerz, aber eine Empfindung der Berührung hervorbringt. Am Rücken des Fußes und am vordern Theile des Unterschenkels fühlt er nicht, wenn er mit dem Finger berührt wird, und kann Kälte und Wärme nicht unterscheiden, er fühlt aber die Berührung jenes heißen Löffels als einen Stich; über den Ort des Stichs ist er jedoch so im Unklaren, daß er z. B. glaubt, er werde in die Wade gestochen, wenn er am Rücken des Fußes berührt wird. Auf der linken Seite des Bauchs, an dem den Rectus abdominis bedeckenden oder neben ihm liegenden Theile der Haut fühlt er Stiche nicht als Schmerz, wohl aber als Berührung, kann aber nicht unterscheiden, ob er mit einem Finger berührt oder mit einer Nadel gestochen wird. Hohe Wärmegrade scheint er von Kälte zu unterscheiden. Jenseits der Mittellinie ist er empfindlich. Am linken Theile des Rückens empfindet er, wenn er mit einem kalten und einem heißen Löffel abwechselnd berührt wird, die Berührung, unterscheidet aber die Wärme und Kälte nicht, und den Ort der Berührung so unvollkommen, daß er am Kreuz berührt zu werden glaubt, wenn es mitten auf dem Rücken geschieht. Seitwärts in der Weiche und auf dem Glutaeus fühlt er auch nicht einmal Berührung eines

Auch die Art der Endigung der Tastnerven in der Haut ist uns noch nicht gehörig bekannt. Es wird durch meine Versuche über den Ortsinn der Haut sehr wahrscheinlich, daß ein jeder elementare Nervenfaden eine größere Abtheilung der Haut empfindlich mache, aber es ist noch nicht durch die mikroskopischen Untersuchungen hinreichend gewiß, auf welche Weise dieses geschehe, ob dadurch, daß ein solcher elementarer Nervenfaden sich vielfach hin- und herbeugt und an verschiedenen Orten seines Verlaufs Eindrücke aufnehmen kann, oder ob er sich in der Nähe seiner Endigung in Aeste theilt. Wir haben z. B. von ferneren Untersuchungen die Entscheidung darüber zu erwarten, ob die Schleifen der sich umbeugenden Elementarfäden der Zahnnerven, die G. Valentin*) in dem Backenzahne des Schafs beschrieben und abgebildet hat, wirklich die Enden dieser Nerven sind, und ob die Hautnerven sich auf eine ähnliche Weise in den Hautwärzchen, Haarzwiebeln und an andern Orten des Tastorgans so endigen. Was E. Burdach**) und Valentin***) an der Haut des Frosches über die Tastnerven beobachtet haben, reicht nicht aus, um sich eine Vorstellung davon zu machen, wie die Einwirkung der Wärme und Kälte und des Drucks auf die Tastnerven geschieht. Eine Theilung der Nervenenden in Aeste hat man bisweilen in den Vaterschen oder Pacinischen Körperchen gefunden, von denen freilich noch zweifelhaft ist, ob sie Empfindungsorgane sind. Namentlich ist in den Pacinischen Körperchen, in zwei Fällen von Henle und Kölliker†) und in so zahlreichen Fällen von Herbst††) eine solche Theilung eines Elementarfadens in Aeste

---

heißen Löffels. An der Brust unterscheidet er rechts von der Mittellinie deutlich Wärme und Kälte, links von ihr empfindet er sie nicht, wohl aber unterscheidet er in der Linie, in welcher die Gelenke der Rippenknorpel liegen, Nadelstiche als Berührung. Dicht daneben nach außen fühlt er sie nicht. Am Halse hat er kein Gefühl von Wärme und Kälte, wohl aber im Gesichte, in der Nähe des Mundes, auf beiden Kiefern und am Jochbeine. Am Backen wechseln fühlende und fühllose Theile mit einander ab. Ohne Gefühl ist das Ohr; auch das Brennen des heißen Löffels wird hier nicht empfunden, nicht einmal als Berührung. Das Gefühl am linken Arme habe ich nicht genauer untersucht.

*) Valentin, Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven. Acta Acad. Caesar. Leopold. Carol. Nat. cur. Vol. XVIII. P. I. Tab. VI. Fig. 31 et 32.

**) E. Burdach, Beitrag zur mikroskopischen Anatomie der Nerven. Königsberg 1837. Tab. II. Fig. 3.

***) Valentin a. a. O. Tab. III. Fig. 3.

†) Henle und Kölliker, über die Pacinischen Körperchen an den Nerven des Menschen und der Säugethiere. Zürich 1844. 4.

††) G. Herbst, die Pacinischen Körperchen und ihre Bedeutung, mit 16 lithogr. Taf. Göttingen 1848. 8., wo auch die Literatur dieses Gegenstandes zu finden ist.

beobachtet worden, daß Herbſt die Theilung für die Regel zu halten geneigt iſt. Die neuerlich nach Pacini benannten, 1741 von Vater*) an der Hand und am Fuße des Menſchen entdeckten, und papillae nerveae genannten, Körperchen ſind ſehr räthſelhafte Theile, und ihr regelmäßiges von Henle und Kölliker entdecktes Vorkommen am Mesocolon und am Pancreas der Katze will ſich mit keiner der Ideen vertragen, nach welchen man ſie als Hülfsorgane für den Taſtſinn betrachten möchte. Herbſt**) hat bei der Katze am mesocolon 20 bis 160, an dem mesenterium derſelben 2 bis 79, an der Oberfläche der Meſenterialdrüſen 40 bis 50 und an dem Pankreas 40 bis 60 Pacinische Körperchen gefunden. Bei dem Leopard fand er am Mesenterium keine. Herbſt rechnet, daß in der Hand des Menſchen etwa 600 Pacinische Körperchen liegen, in der Hohlhand zählte er 223, am Daumen 65, am Zeigefinger 95. Sie liegen im Panniculus adiposus. Man hat ſie bis jetzt bei Haſen und Kaninchen an der Fußſohle vergeblich geſucht, und Herbſt vermißt ſie auch an der Fußſohle des Iltis und Wieſel, und bemerkt, daß auch bei allen jenen Thieren das fibröſe Fettpolſter fehle, in welchem ſie bei Menſchen und Thieren gefunden würden. Höher oben hat er ſie bei Katzen, Hunden, Meerſchweinchen und auch bei Nagethieren conſtant an der Beinhaut der inneren Fläche des Radius, am Nervus interosseus gefunden. Das Endſtück des Markfadens, an welchem ſich zuletzt eine knopfartige Anſchwellung befindet, liegt in einer ovalen, durchſichtigen, aus vielen concentriſchen Lagen beſtehenden Kapſel, die nach Herbſt eine Fortſetzung der Lagen zu ſein ſcheint, aus welchen die dicke Hülle der Elementarfäden der Taſtnerven beſteht. Dieſe Lagen ſcheinen ſich an der ovalen Kapſel dadurch aufzulockern, daß ſie mit Flüſſigkeit erfüllte Zwiſchenräume zwiſchen ſich haben. Bei einem jungen Igel zählte Herbſt 14, bei dem Meerſchweinchen 20 concentriſche Lagen an der ovalen Kapſel. Wo ſich der Nervenfaden theilt, findet man eben ſo viel Kapſeln, deren Lagen unter einander continuirlich zuſammenhängen und ſich in einander fortſetzen.

Die empfindliche Oberfläche der Lederhaut und ihre unzähligen Wärzchen oder Papillen, ſowie auch die in der Haut oder unter der Haut befindlichen Organe des Taſtſinns, z. B. die Haarbälge und Zahnkeime, ſind ſehr gefäßreich und nervenreich, und werden durch eine gefäßloſe und nerven-

*) A. Vater, ſiehe Lehmann de consensu partium c. h. praeside A. Vater. Vitembergae 1741. 4., recus. in Halleri Disp. anat. select. Vol II. p. 970, 971.

**) Herbſt, in d. Gött. gel. Anzeigen. Oct. 1848. St. 162. S. 1670 ff.

lose Bedeckung vor zu starken und zerstörenden, Schmerz erregenden, Einflüssen geschützt. Die Bedeckung ist bald dünn, wie die Oberhaut der Conjunctiva des Auges und die Oberhaut der Zunge, bald sehr dick, wie die Oberhaut der Hohlhand und des Hohlfußes, bald endlich so dick und hervorragend, daß sie wie eine Sonde die Eindrücke durch eine größere Strecke einer gefühllosen Materie zu den mit Nerven versehenen Theilen leitet, wie das bei den Zähnen, Haaren und Nägeln der Fall ist. Wo diese schützende unempfindliche Decke entfernt wird, erregt die leiseste Berührung und jede beträchtliche Mittheilung von Wärme und Kälte Schmerz, z. B. an dem entblößten Zahnkeime und an der ihrer Oberhaut beraubten Haut. Die Hornbedeckungen leiten die Wärme sehr langsam. Theile, die mit einer dünnen Oberhaut versehen sind, verschaffen uns daher die Empfindung der Wärme und Kälte schneller und stärker, als andere Theile mit dicker Oberhaut.

Die Hautwärzchen, Papillae sind kleine, gefäßreiche Erhabenheiten der Lederhaut, welche nicht mit unbewaffnetem Auge sichtbar sind, da ihre Höhe nur etwa $\frac{1}{2\frac{1}{5}}$ Pariſ. Linie beträgt. Jedes Hautwärzchen theilt sich nach meinen Untersuchungen in 2, 3 oder mehrere kleinere Wärzchen, von welchen manche divergiren, so daß die Spitzen derselben ziemlich gleich weit von einander entfernt und von den Spitzen der nächsten Wärzchen abstehen. So verhält sich's sowohl auf der Hohlhand als auch auf dem Rücken der Hand, mit dem Unterschiede, daß die großen Hautwärzchen in der Hohlhand in Reihen stehen, welche die bekannten gekrümmten erhabenen Linien bilden, die man sehr gut mit unbewaffnetem Auge verfolgen kann, während die großen Hautwärzchen auf dem Rücken der Hand nicht in Reihen liegen. Eine erhabene Linie in der Hohlhand fand ich an ihrer Basis im Mittel 0,23 Pariſ. Linie breit. Eine solche Linie grenzt dicht an die nächste und jede enthält nebeneinander zwei Reihen von Hautwärzchen, von welchen sich jedes in 2, 3, 4 und mehrere kleinere Wärzchen theilt, so daß hier auf jeder Quadratlinie wenigstens 81 große Hautwärzchen, oder 150 oder 200 kleinere Hautwärzchen gerechnet werden können. Diese Hautwärzchen ragen in die innerste, undurchsichtigere, weiche, in der Bildung begriffene Lage der Oberhaut hinein, die bei dem weißen Menschen weißer, bei dem Schwarzen schwärzer ist als die übrige Oberhaut, und den Namen Rete Malpighi führt. Diese innerste Lage der Oberhaut bildet nicht einen gleich dicken, die einzelnen Hautwärzchen einhüllenden Ueberzug, sondern nur einen ziemlich dicken allgemeinen Ueberzug über jede erhabene Linie der Hohlhand, der an seiner innern Oberfläche ebenso viel Grübchen hat, als Hautwärzchen existiren. Betrachtet man die innere Oberfläche des Rete

Malpighi, wenn sich die Oberhaut sammt dem Rete Malpighi vollständig von der Lederhaut getrennt hat, so bilden die Theile des Rete Malpighi, die sich am tiefsten zwischen die Hautwärzchen hineingesenkt hatten und nun die Gruben umgeben, in welchen die großen Wärzchen gesteckt hatten, ein Netz, das bei Schwarzen schwarz, bei Weißen weiß aussieht. Diese netzförmige Gestalt der innern Oberfläche dieser Lage scheint die Ursache zu sein, warum Malpighi die ganze Lage ein Netz genannt hat, was sie nicht ist. Das Rete Malpighi unterscheidet sich noch dadurch von den ausgebildeten Lagen der Oberhaut, daß diese letztere aus unzähligen parallel gekrümmten äußerst dünnen Lamellen besteht, von welchen jede aus abgeplatteten Elementarzellen gebildet ist, die an ihren Rändern untereinander verwachsen sind. Bei dem Rete Malpighi sind die Elementarzellen noch nicht in dem Grade abgeplattet, die innersten sind sogar rundlich, auch sind die Elementarzellen noch nicht so untereinander an ihren Rändern verwachsen, daß sie bestimmte, aus einer einzigen Lage von Elementarzellen bestehende, Lamellen bilden. Die Dicke des Rete Malpighi und der ausgebildeten Oberhaut zusammen genommen fand ich in der Hohlhand ungefähr $\frac{1}{4}$ Paris. Linie, davon betrug die Dicke des Rete Malpighi, da wo es am dicksten war, $\frac{1}{22}$ Paris. Linie und über den Spitzen der Hautwärzchen, wo es am dünnsten war, $\frac{1}{44}$ Paris. Linie.

Die oberflächliche Lage der Lederhaut ist viel reicher an Haargefäßen als die übrige Lederhaut, die Hautdrüsen und Haarbälge ausgenommen. Sie ist von einem dichten blutführenden Haargefäßnetze durchzogen, dessen Röhrchen ich theils in der Haut des Arms eines Mannes gemessen habe, wo es sehr vollkommen mit Blut erfüllt war, theils am Rücken des Fußes eines Kindes, dessen Haargefäße vollständig injicirt waren. Die mit Blut erfüllten Haargefäße hatten folgende Durchmesser: die dünneren 0,0056 Par. Lin., d. h. ungefähr $\frac{1}{178}$ Par. Linien. Die dickeren 0,039 oder $\frac{1}{77}$ Paris. Linien. Die von den Haargefäßen umschlossenen Zwischenräume des Netzes waren größer, ihr Durchmesser war hin und wieder noch einmal so groß als der Durchmesser der Haargefäße, bisweilen aber auch nur um $\frac{1}{3}$ größer.

Von diesem dichten Haargefäßnetz erstreckte sich in jedes kleinere Hautwärzchen ein Haargefäß, das sich in der Nähe der Spitze desselben umbog und nun wieder in das Haargefäßnetz zurückkehrte und also eine in dem Hautwärzchen liegende einfache Haargefäßschleife bildete. Außer dieser Schleife hatte das Hautwärzchen weiter keine Blutgefäße. Bisweilen war diese Haargefäßschleife glatt, bisweilen wurde sie von einem geschlängelten Gefäße gebildet.

Es wäre nun noch übrig, ebenso genau die Nerven in den Hautwärzchen zu beschreiben. Ich hoffe, daß es mir in Zukunft gelingen wird, dieselben sichtbar zu machen, ich bin aber bis jetzt noch nicht dahin gelangt.

I. Ortsinn in der Haut.

Der Ortsinn beruhet darauf, daß zwei Empfindungen, auch wenn sie sonst ganz gleich sind, schon dadurch unterschieden werden können, daß sie an einem andern Orte unsers Körpers oder Sinnorgans erregt werden. Mag ein Druck oder mag die Einwirkung von Wärme und Kälte eine Empfindung hervorrufen, so können wir ungefähr den Ort angeben, wo die die Empfindung erregende Einwirkung auf unsere Haut geschieht, und wenn wir an zwei Theilen der Haut, die einander nicht allzunahe sind, gleichzeitig oder ungleichzeitig einen Eindruck durch Wärme, Kälte oder Druck empfangen, so unterscheiden wir die beiden Orte, wo auf unsere Haut eingewirkt wird, den größeren oder geringeren Abstand dieser Orte von einander, und können die Richtung der Linie ungefähr angeben, durch welche wir uns die beiden Orte verbunden denken können. Ich habe vor 20 Jahren*) durch eine Reihe von Versuchen erörtert, in welchem Grade man jenes Vermögen besitze und gefunden, daß es in verschiedenen Theilen der Haut in sehr verschiedenem Grade vorhanden sei, so daß es z. B. an der Zungenspitze über 50 Mal vollkommener sei, als auf der Haut, die die Mitte des Oberarms oder des Oberschenkels bedeckt. Die von mir angewendete Methode der Untersuchung war folgende: Ich berührte bei verschiedenen Menschen, die ihre Augen verschlossen oder abwendeten, mit zwei kleinen gleichgestalteten Körpern gleichzeitig zwei Theile der Haut, und fragte sie, ob sie fühlten, daß ein oder mehrere Körper sie berührten, und in welcher Richtung die Linie liefe, durch die sie sich die berührten Theile der Haut verbunden denken könnten, ob der Länge ihres Körpers nach

*) E. H. Weberi Panegyrin med indicentis d. 13. mens. Nov. 1829. Annotationes anatomicae et physiologicae Prolusio VI. pag. 6. recus. sub Titulo: De pulsu, resorptione, auditu et tactu annotationes anatomicae et physiologicae auctore Ernesto Henrico Weber. Lipsiae 1834. p. 149. Als ich im Jahre 1829 gefunden hatte, daß man die Feinheit des Tastsinns an den verschiedenen Theilen der Haut sehr genau messen und vergleichen könne, forderte ich meinen Bruder, Eduard Weber, der damals in Göttingen lebte, auf, sich mit mir zu einer gemeinschaftlichen Untersuchung über den Tastsinn zu verbinden, und zu diesem Zwecke auf längere Zeit nach Leipzig zu kommen. Hierdurch würde diese Arbeit einen viel höheren Grad von Vollkommenheit erlangt haben. Mein Bruder war anfangs geneigt auf meinen Vorschlag einzugehen, wurde aber leider durch andere wissenschaftliche Arbeiten verhindert, Göttingen zu verlassen, und ich war daher genöthigt, auf seine Beihilfe Verzicht zu leisten und die Arbeit allein zu unternehmen.

oder in querer Richtung. Ich schliff zu diesem Zwecke die Spitzen eines Zirkels mit cylindrischen Schenkeln so ab, daß die Endflächen $\frac{1}{3}$ Pariser Linie im Durchmesser hatten, damit sie, wenn man damit die Haut berührte, nicht stächen, sondern einen deutlichen Tasteindruck hervorbrächten. Denn sobald die Berührung Schmerz hervorruft, wird die Beobachtung dadurch sehr viel unvollkommener, weil der Schmerz niemals so local ist, als eine hinreichend starke Berührung mit einer nicht allzu kleinen Fläche, welche keinen Schmerz verursacht. Indem ich nun den Zirkel anfangs mehr, dann aber immer weniger öffnete, gelangte ich zu derjenigen Entfernung der Enden der Schenkel desselben, wo die zwei Eindrücke anfingen, als ein einziger Eindruck empfunden zu werden. Auch dann konnte der Beobachter oft noch bestimmen, ob die Linie, die die Enden des Zirkels verbindet, in der Längsrichtung seines Körpers und seiner Glieder, oder in querer Richtung läge. Denn er empfand zwar nur einen Eindruck, aber der berührte Theil der Haut schien eine längliche Gestalt zu haben und er konnte sagen, wohin der größere und der kleinere Durchmesser dieses länglichen berührten Theils der Haut gerichtet wäre. Wurde nun aufgeschrieben, bei welcher Entfernung der Enden des Zirkels noch zwei Berührungen unterschieden wurden, oder wenigstens die Richtung der Schenkel des Zirkels noch bestimmt werden konnte, und das Ergebniß zu anderer Zeit durch wiederholte Versuche bestätigt, und die Arbeit allmälig über die verschiedenen Theile der Haut fortgesetzt, so erhielt ich eine Uebersicht über die Feinheit des Tastsinns, insofern er sich als Ortsinn äußert. Vor allen Dingen war hierbei nöthig, die Ermüdung des Beobachters zu vermeiden und daher mit dergleichen Versuchen nicht lange fortzufahren. Es ergab sich hierbei unter andern Folgendes: Wenn man mit dem $\frac{3}{4}$ Zoll weit geöffneten Zirkel die Haut am hinteren Theile des Jochbeins in querer Richtung berührte, so empfand man nur eine Berührung oder glaubte wenigstens wahrzunehmen, daß die Enden des Zirkels einander sehr nahe wären. Je mehr man sich aber der Mitte der Oberlippe bei diesen Berührungsversuchen näherte, desto weiter schienen die Zirkelspitzen von einander abzustehen, und desto deutlicher empfand man die doppelte Berührung. Am weitesten schienen daher die Zirkelspitzen von einander abzustehen, wenn die Mitte der Oberlippe zwischen ihnen lag. Eine ähnliche Erfahrung machte man, wenn die Enden des Zirkels sich in senkrechter Lage befanden und zuletzt zugleich die Mitte der Oberlippe und Unterlippe berührten. Aenderte man nun den Versuch so ab, daß man mit den Enden des Zirkels, während sie sich in einer fast senkrechten Lage befanden, den Backen vor dem Ohrläppchen berührte und dann den Zirkel in steter Berührung so

quer über das Gesicht weiter führte, daß die beiden Enden zugleich über die Mitte der Ober- und Unterlippe hinweggingen und hierauf denselben Weg auf der andern Hälfte des Gesichts nach dem Ohrläppchen hin weiter fortsetzten; so hatte der Beobachter das Gefühl, als ob die beiden Enden des Zirkels nicht zwei parallele Linien beschrieben, sondern bei ihrer Bewegung, je mehr sie sich der Mitte der Lippe näherten, desto mehr aus einander wichen, und je mehr sie sich auf der andern Seite des Gesichts von der Mitte der Lippen entfernten, desto mehr sich einander wieder annäherten, bis sie endlich wieder in einem Punkte zusammenzukommen schienen. Das obere Ende des Zirkels schien daher einen Bogen zu beschreiben, dessen Convexität aufwärts, das untere Ende dagegen schien einen Bogen zu beschreiben, dessen Convexität abwärts gerichtet war. Denselben Versuch kann man sehr bequem auch an der Hand ausführen. Wenn man den Zirkel 4 Pariſ. Linien oder 6 Linien weit öffnet und mit den in querer Richtung gehaltenen Enden die Mitte des Unterarms berührt und ihn dann in steter und gleichmäßiger Berührung mit der Haut nach der Hohlhand und nach der Spitze des Zeigefingers weiter führt, so scheint der Zirkel auch anfangs eine einzige Linie zu beschreiben; auf der Hand theilt sich dieselbe in zwei Linien und jemehr man sich der Spitze des Zeigefingers nähert, desto mehr scheint sich der Zirkel aufzuthun und desto mehr scheinen die Linien, die er beschreibt, sich von einander zu entfernen. Auch an der Zunge erfährt man dasselbe, wenn man den Zirkel zwei Linien weit öffnet und damit in querer Stellung die Mitte des Zungenrückens berührt und dann denselben in steter Berührung mit der Zunge zur Zungenspitze führt.

Meine Erklärung dieses merkwürdigen Phänomens, die ich schon in meinen Programmen*) niedergelegt habe, ist folgende: Fontana hat

---

*) E. H. Weber, Panegyrin med. indicit d. 31. mens. Maj. 1833 respecta Rud. Sachse diss. inaug. de scarlatina Prolusio XIX. Lipsiae 1833 p. 7. recus. in libro: De pulsu, resorptione, auditu et tactu annotationes anatomicae et physiologicae. Lipsiae 1834. 4. pag. 149. „In partibus subtiliori sensu praeditis plures fibrae nerveae quam in partibus obtuso sensu instructis finiuntur. Duabus impressionibus in unam eandemque fibram nerveam simul factis, unus tantum et communis sensus, impressionibus autem in duas fibras factis, duplex et diversus sensus oritur. Una eademque fibra nervea haud dubie pluribus cutis locis virtutem sentiendi adfert, hincque fit, ut tam pauci nervi tantam superficiem cutis sensu perfundant, namque ne acutissima quidem acu cutem pungendo loca sensu plane carentia deprehendes. Loca vero, in quibus impressiones non confunduntur cum impressionibus in viciniam factis, in cute ita disposita sunt, ut in partibus cutis subtiliter sentientibus plura, in partibus obtuse sentientibus

beobachtet, daß die Elementarfäden der Nerven einfache Fäden sind, die weder Aeste aufnehmen noch abgeben. Hierauf und auf meine Versuche gestützt, die ich über die verschiedenen Grade der Feinheit des Ortsinns auf verschiedenen Theilen der Haut angestellt habe, nehme ich an, daß, wenn zwei sonst gleiche Eindrücke gleichzeitig denselben elementaren Nervenfaden an verschiedenen Orten treffen, nicht zwei Empfindungen entstehen, sondern nur eine. Nun kann es aber gar nicht anders sein, als daß jeder elementare Nervenfaden einen viel größeren Theil der Oberfläche der Haut empfindlich machen müsse, als die Fläche seines Querschnitts beträgt, denn denkt man sich alle Empfindungsnerven quer durchgeschnitten, und wie Klafterholz über einander geschichtet, so ergiebt sich, daß der gesammte Querschnitt aller Nerven sehr viel kleiner sei, als die Oberfläche der ganzen Haut. Man hatte sich schon viel Mühe gegeben zu erklären, wie die Haut in allen ihren Puncten so empfindlich sein könne, daß überall ein Stich mit der feinsten englischen Nähnadel gefühlt werde. Prochasca hat vermuthet, die Nerven breiteten sich an ihren Enden in der Weise aus, daß das Nervenmark die Substanz der Haut durchdringe, und Reil nahm an, die Enden der Nerven wären auf eine ähnliche Weise von einer Nervenatmosphäre umgeben, wie die isolirten mit Elektricität gefüllten Conductoren mit einer elektrischen Atmosphäre. Nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse über das freilich noch sehr unvollkommen untersuchte Verhalten der Nerven an ihren Enden, darf man, wie schon oben erwähnt worden ist, vermuthen, daß die Enden der elementaren Nervenfäden entweder dadurch eine größere Strecke der Haut empfindlich machen, daß sie sich in Schleifen hin- und herschlängeln und beugen, und daß also ein und derselbe Faden an vielen Theilen seines geschlängelten Wegs Tasteindrücke aufnehmen könne, oder, daß die Fontana'sche Beobachtung für die peripherischen Enden der Nerven nicht gültig sei, sondern daß die elementaren Nervenfäden sich in der Nähe ihrer Endigung in Aeste theilten, und durch diese mit vielen Punkten der Oberfläche der Lederhaut in Berührung kämen, oder endlich, daß beide Einrichtungen zugleich dazu beitrügen, zu bewirken, daß ein einziger elementarer Nervenfaden eine ganze Abtheilung der Haut empfindlich machen

---

pauciora ejusmodi loca, distinctu facilia adsint. Diuturno manuum aliarumque partium usu variaque contrectatione locorum illorum conscii facti sumus. Quo plura autem ejusmodi loca inter utrumque apicem circini cutem tangentem interposita sunt, eo magis apices a se distare videntur."

könne. Für die schleifenartige Ausbreitung der elementaren Nervenfäden sprechen die oben angeführten Untersuchungen Valentin's, für eine Theilung derselben in Aeste spricht der Umstand, daß Henle, Kölliker und neuerlich in vielen Fällen Herbst gesehen haben, daß sich die elementaren Nervenfäden in den Pacinischen Körperchen wirklich nicht selten in Aeste theilen, und die Beobachtung von R. Wagner und Andern, daß eine solche Theilung an den Enden der Nerven des elektrischen Organs der Fische beobachtet werde, so wie auch die Beobachtung von R. Wagner, daß eine Theilung der Elementarfäden der Muskelnerven in der Nähe ihrer Endigung stattfinde.

Mag nun die Ausbreitung der Enden der elementaren Nervenfäden der Haut auf die eine oder auf die andere Weise geschehen; so kann man die Vermuthung aufstellen, daß die Haut in kleine Empfindungskreise getheilt sei, d. h. in kleine Abtheilungen, von welchen jede ihre Empfindlichkeit einem elementaren Nervenfaden verdankt. Nach meinen Untersuchungen zeigt sich nun, daß man zwei Eindrücke derselben Art, welche auf verschiedene Theile eines Empfindungskreises der Haut gemacht werden, nur so empfindet, als würden sie nur auf einen und denselben Theil der Haut gemacht, ferner, daß die Empfindungskreise der Haut in den mit einem feineren Tastsinne versehenen Theilen kleiner, in den mit einem unvollkommneren Tastsinne versehenen Theilen größer sind. Damit zwei gleichzeitige auf die Haut gemachte Eindrücke örtlich als zwei in einem gewissen Abstand von einander liegende Eindrücke unterschieden werden können, scheint erforderlich zu sein, daß die Eindrücke nicht nur auf zwei verschiedene Empfindungskreise gemacht werden, sondern auch, daß zwischen diesen noch ein Empfindungskreis oder mehrere Empfindungskreise liegen, auf welche kein Eindruck gemacht wird.

Die Gestalt, welche jene Empfindungskreise haben, läßt sich bis jetzt noch nicht näher bestimmen. Nur so viel läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit vermuthen, daß die Empfindungskreise an den Armen und Beinen eine längliche Gestalt haben und so liegen, daß der Längendurchmesser nach der Längenrichtung dieser Glieder liegt, denn an jenen Gliedern ist es nicht einerlei, ob die Zirkelspitzen, womit man das Glied berührt, der Längenaxe desselben parallel liegen, oder ob die Linie, durch die man sich beide Zirkelspitzen verbunden denken kann, einen rechten Winkel mit der Längenaxe der Glieder macht. Man muß den Zirkel in dem ersteren Falle viel weiter öffnen, wenn die Berührungen der Schenkel desselben als zwei Berührungen empfunden werden sollen, als in dem letzteren. An der Mitte des Oberarms, sowohl vorn als hin-

ten, mußte z. B. der senkrecht gehaltene Zirkel beinahe noch einmal so weit geöffnet werden, damit man deutlich zwei Berührungen fühlte, als wenn derselbe horizontal gehalten wurde. Aber auch am Oberschenkel, am Unterarme und Unterschenkel war der Ortsinn in der letzteren Richtung viel feiner als in der ersteren. An vielen andern Theilen des Körpers zeigt sich kein solcher Unterschied, woraus ich die Vermuthung schöpfe, daß daselbst die Empfindungskreise eine der runden Form sich annähernde Gestalt haben.

Ist meine Erklärung richtig, so müssen gleich große Abtheilungen der Haut an den Theilen, die mit einem sehr feinen Ortsinne begabt sind, mehr elementare Nervenfäden besitzen, als an den Theilen, die einen sehr stumpfen Ortsinn haben. Dieses bestätigt sich auch: denn wenn man die zwei dicken Nerven betrachtet, die auf der Hohlhandseite, und die zwei dünneren, die auf dem Rücken jedes Fingers hingehen, und nun wieder die Nerven der Finger mit der geringen Zahl von Nerven vergleicht, die eine gleich große Abtheilung der Haut des Rückens erhält, so findet man, daß die Zahl der elementaren Fäden der Empfindungsnerven auf der Hohlhandseite viel größer ist als auf der Rückenseite des Fingers, und am allergeringsten auf dem Rücken des Körpers.

Durch den langen Gebrauch und die oft wiederholte Bewegung unserer mit Tastsinn begabten Glieder, haben wir ein dunkles Bewußtsein von der Zahl und Lage unserer Empfindungskreise bekommen. Je mehr Empfindungskreise zwischen den uns berührenden Zirkelspitzen liegen, desto weiter scheinen uns diese Spitzen von einander entfernt zu sein, und umgekehrt. Sind daher die Empfindungskreise wie an den Fingerspitzen, und überhaupt in der Hohlhand klein und zahlreich, oder was dasselbe ist, endigen sich daselbst auf einem Quadratzolle der Oberfläche viel mehr elementare Nervenfäden, so scheinen uns die diesen Theil berührenden Zirkelspitzen weiter von einander entfernt zu sein, als wenn sie einen Theil der Haut des Rückens berühren, wo auf einem Quadratzolle der Oberfläche derselben viel weniger elementare Nervenfäden endigen. *Die Zahl der elementaren Nervenfäden, welche auf einem Quadratzolle unsers mit Ortsinn begabten Tastorgans endigen, hat einen Einfluß auf den Maaßstab, womit wir den erfüllten Raum messen.* Wären wir, wie manche Infusionsthiere, im Durchmesser hunderttausendmal kleiner, aber im kleineren Maaßstabe ebenso organisirt wie jetzt, und hätten dann also unsere Haut und unsere Nervenhaut, ungeachtet ihrer so äußerst kleinen Oberfläche, ebenso viel Abtheilungen, auf welchen zwei

Eindrücke als zwei räumlich verschiedene Eindrücke unterschieden werden könnten, wären zugleich unsere Bewegungen, der Kleinheit der Bewegungsorgane entsprechend, proportional kleiner und langsamer, so würde, wenn auch die uns umgebende Körperwelt in derselben Proportion kleiner und dichter gruppirt wäre, und sich zugleich proportional langsamer bewegte, kein Unterschied zwischen dem Leben, welches wir jetzt führen und dem, das wir dann führen würden, statt finden. Aber in die Körperverhältnisse, wie sie jetzt sind, würden wir nicht passen. Ein Wassertropfen von 1 Zoll Länge würde ungefähr 1700 mal länger sein als wir selbst, und uns wie ein ansehnlicher Teich erscheinen. Unsere sinnliche Anschauung der Welt hängt von dem uns gegebenen kleinsten Maaßstabe ab, mit welchem wir die Zeit und den Raum messen können. Der für unsere Anschauung von der Zeit gegebene kleinste Maaßstab ist der kleinste Zeittheil, in welchem wir uns einer Veränderung bewußt werden können, und er wird demnach gefunden, wenn wir wissen, wie viel mal wir in 1 Secunde wollen, oder wie viel unterscheidbare Empfindungen wir in 1 Secunde haben können. Der für unsere Anschauung des Raums gegebene kleinste Maaßstab beruht darauf, wie viel unterscheidbare Empfindungen wir auf der Flächeneinheit, auf der Quadratlinie haben können, wenn sie z. B. für das Gesicht mit möglichst kleinen schwarzen und weißen Vierecken, oder für das Gefühl mit möglichst kleinen viereckigen Erhabenheiten und Vertiefungen besetzt ist. Diese letztere Fähigkeit, auf einer Quadratlinie viele Theile unterscheiden zu können, beruht nun, wie ich behaupte, theils auf der Zahl der Elementarfäden der Nerven, die sich auf einer Quadratlinie unserer Haut, hauptsächlich aber auf der Zahl der Nervenfäden, die sich auf unserer Nervenhaut im Auge endigen, denn da auf dem mittelsten Theile der Nervenhaut des Auges die Enden der Elementarnerven viel dichter liegen als in der Haut, und wir daher, mittelst des Auges, auf einer Quadratlinie viel mehr unterscheidbare Theile wahrnehmen können, als mittelst der Haut, so benutzen wir den Maaßstab, der uns im Tastsinne gegeben ist, nicht, sondern den, der uns im Auge gegeben ist, und suchen auch das, was wir mit dem Tastsinne wahrnehmen, auf den Maaßstab zu reduciren, den wir im Gesichtsinne haben. Der Blindgeborne indessen ist nur auf den Tastsinn angewiesen. Ungeachtet er sich durch die geistigen Operationen seiner Seele alle geometrischen Verhältnisse construiren kann, so muß ihm doch der Raum eines Zolles mit einer viel geringern Zahl unterscheidbarer Theile ausgefüllt, und also kleiner zu sein scheinen, als einem Sehenden, da er kein Mittel hat, auf dem Raum eines Zolls mehr wahrzunehmen, als was er durchs Gefühl erkennt.

Volkmann*) hat sich im Wesentlichen mit mir übereinstimmend erklärt. Er sagt: »Wenn man die Zirkelenden auf eine Entfernung von etwa 1 Zoll stellt, und zuvörderst an einer Fingerspitze, dann aber allmälig immer weiter nach oben, dem Centrum des Körpers zuwärts, aufsetzt, so scheint dem Gefühle die Distanz der Zirkelspitzen immer kleiner zu werden, es kommt eine Hautstelle, wo diese Distanz nicht größer empfunden wird, als die Distanz einer Linie an der Kuppe des Fingers, und diese Stelle liegt da, wo die Distanz eines Zolls die kleinste ist, welche der Sinn wahrnimmt. Die Haut schätzt also die Größe der Objecte so, daß sie die Größe der letzten ihr wahrnehmbaren Distanz als Maaßeinheit annimmt. Nennen wir diese Maaßeinheit x, so ist die Größe eines Zolls für die Fingerspitze = 12 x, für eine Stelle in der mittleren Gegend des Arms = 1 x, denn jede Stelle der Haut giebt einem betasteten Objecte so viel mal die Größe x als sie Stellen enthält, die das x als gesondertes zu unterscheiden im Stande sind«.

J. Müller**) ist auch geneigt sich für meine Ansicht zu erklären, macht aber doch den Einwurf, daß nach derselben die beiden Empfindungen, welche entstehen, wenn man mit der Fingerspitze den Arm berührt, nicht gleich sein dürften, die Fingerspitze müßte den berührten Theil des Arms groß, und der berührte Theil des Arms müßte die Fingerspitze klein empfinden. Diese zwei Empfindungen sind auch gewiß nicht gleich, aber da die eine deutlich und die andere dunkel ist, so hält man sich an die deutliche Empfindung, und man kann die Aufmerksamkeit nicht so abziehen und auf die dunkle allein hinlenken, daß man sein Urtheil über die Größe der berührten Fläche ganz allein auf die dunkle Empfindung gründen könnte. Müller ist der Meinung, daß sich die von mir gemachten Beobachtungen vielleicht auch so erklären ließen, daß die Gefühlsempfindungen am Arme so verwischt wären, daß sie Zerstreuungskreise bildeten, während sie an der Fingerspitze sehr bestimmt wären. Auf diese Weise lassen sich meine Experimente nicht erklären. Wenn man die beiden Zirkelspitzen über beide Lippen hinführt, so daß der rothe Theil der Lippen und die Mundspalte zwischen ihnen liegt, so ist die Wahrnehmung der Entfernung schon in der Gegend des Mundwinkels ganz bestimmt, und dennoch scheint sich der Abstand der Zir-

---

*) Volkmann, Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1836, S. 50.

**) J. Müller, im Archiv für Anatomie und Physiologie 1837. Jahresbericht CXXIX.

kelspitzen noch sehr zu vergrößern, während sie bis zur Mitte des Mundes fortbewegt werden. Durch die Zerstreuungskreise, die im Auge entstehen, erscheint uns der Gegenstand größer, hier aber scheint uns am Arm der ganze gedrückte Theil der Haut kleiner zu sein als an der Hand. Durch die Zerstreuungskreise kann sich der scheinbare Abstand der Zirkelspitzen nicht verkleinern, sondern nur undeutlicher werden.

Von dem, was ich über den Tastsinn bekannt gemacht habe, läßt sich eine Anwendung auf das Auge machen. So wie der Ortsinn auf der Zungenspitze am feinsten ist, und von da auf der Zunge ringsum mehr und mehr abnimmt, eben so ist er im Auge dort am feinsten, wo die Nervenhaut von der Augenaxe geschnitten wird, und nimmt von da ringsum nach vorn mehr und mehr ab.

Wenn man an diejenigen Theile der Haut eines Menschen, welche mit einem unvollkommneren Ortsinne begabt sind, z. B. in der Mitte des Unterarms oder Oberarms, das Ende einer quer abgeschnittenen cylindrischen, oder vierseitig prismatischen oder dreiseitig prismatischen Blechröhre andrückt, welche 1 Zoll oder 2 Zoll, oder sogar 3 Zoll im Durchmesser haben, so nimmt derselbe, wie weiter unten gezeigt werden wird, die Figur des ihn drückenden Randes nicht wahr, sondern glaubt von einem soliden Körper von unbestimmter Gestalt gedrückt zu werden; dagegen unterscheidet er sie mit der Hand oder Zunge äußerst deutlich. Mit der Zungenspitze nimmt er sogar die Figur des Querschnitts deutlich wahr, wenn die Blechröhre einen viel kleinern Durchmesser, z. B. von $1\frac{1}{2}$ Linie hat. Es ist lange bekannt, daß die Gegenstände, welche sich seitwärts von der Augenaxe auf der Retina abbilden, so unvollkommen empfunden werden, daß man sehr seitwärts nicht einmal die ausgespreizten Finger der Hand mehr unterscheiden und zählen kann. Hueck,*) der die Abnahme der Empfindlichkeit der Nervenhaut von ihrem Mittelpunkte aus nach verschiedenen Seiten zu durch Messungen zu bestimmen gesucht hat, was freilich nur sehr unvollkommen geschehen kann, hat gefunden, daß der Durchmesser des kleinsten Bildes auf der Netzhaut, das man noch sehen kann:

im Centrum	beträgt	0,0008	Linien
5^0 vom Centrum	„	0,0024	„
14^0 „ „	„	0,0060	„
25^0 „ „	„	0,0130	„
50^0 „ „	„	0,0340	„

*) Hueck, von den Grenzen des Sehvermögens in Müllers Archiv 1840. S. 94 ff.

so daß es schon 5^0 vom Centrum einen dreimal so großen Durchmesser haben muß als im Centro. Volkmann hat dargethan, daß die Ursache hiervon nicht darin gesucht werden dürfe, daß das Bild seitwärts vom Centro sehr unvollkommen sei, und ich muß dieses bestätigen. Auf dem entblößten Augapfel eines so eben getödteten weißen Kaninchens sieht man, daß das durchschimmernde Bild, welches sich seitwärts darstellt, sehr scharf und keineswegs verzerrt oder verwischt ist. Die Ursache der Stumpfheit der Empfindung liegt, wie ich vermuthe, darin, daß die Enden der Elementarfäden des Sehnerven nur da, wo sich das sogenannte Centralloch befindet, äußerst dicht neben einander liegen, und daß sie desto weitläuftiger liegen, je weiter entfernt ein Theil der Retina von der Mitte ist. Durch eine solche Annahme scheint es erklärlich, wie die in den Sehnerven enthaltenen elementaren Nervenfäden ausreichen können, die ganze Retina empfindlich zu machen, und sogar dem mittelsten Theile derselben einen äußerst feinen Ortsinn zu verschaffen. Nach Volkmann's Schätzung ist der Querschnitt des Sehnerven ungefähr 50 mal kleiner als die Oberfläche der Nervenhaut, und jeder Nervenfaden muß also im Mittel ein Stück dieser Oberfläche decken, welches 50 mal größer ist als sein eigner Querschnitt. Dieses kann auf dieselbe Weise geschehen wie in der Haut, indem jeder elementare Nervenfaden, der zu einem von der Mitte entfernten Theile der Retina gelangt, sei es durch Theilung oder auf andere Weise, sich ausbreitet und dadurch einen Empfindungskreis bildet. Diese Empfindungskreise werden in den Theilen der Nervenhaut am größten sein, welche von der Mitte am entferntesten liegen. Ich finde, daß die Vorstellung, die ich mir aus physiologischen Gründen von dem Baue des sogenannten Centrallochs und der übrigen Retina gemacht habe, sehr übereinstimmt mit den mikroskopischen Beobachtungen Grube's. Grube*) untersuchte das Auge eines Menschen, der erst vor wenig Stunden an einer Ruptur der Milz gestorben war. Die Retina adhärirte zu dieser Zeit noch ganz fest am Glaskörper, während sie sich später leicht zu lösen pflegt. Der gelbe Fleck der Retina wurde sammt einer Lage des Glaskörpers unter das Mikroskop gebracht, und nicht stark comprimirt, sondern nur mit einem überaus dünnen Glasplättchen bedeckt, das $\frac{1}{4}$ □″ groß war. Der gelbe Fleck sah nun bei einer 300 maligen Vergrößerung wie Chagrin aus, dessen man sich zum Ueberzuge von Futteralen bedient. Länglich-rundliche Körperchen, welche nach der Mitte hin immer kleiner wur-

*) Grube, über den Bau der macula lutea des menschlichen Auges in Müllers Archiv 1840. S. 39 und 40.

den, und mit großer Regelmäßigkeit angeordnet waren, setzten hier die Retina zusammen. In der Mitte hatten sie nur etwa $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ von der Größe, die die Markkörperchen außerhalb des gelben Flecks besaßen. An der Uebergangsstelle des gelben Flecks in die Retina strahlten die Markkügelchen desselben wie die Strahlen eines Sterns aus, und lagen in Entfernungen von einander, die nicht regelmäßig wiederkehrten. Sie wurden hier nicht nur größer, sondern auch in ihren Umrissen undeutlicher. Leider hat Grube keine mikrometrische Messung gemacht. Bei der Berechnung, in wie fern die Zahl der elementaren Nervenfäden, welche im Sehnerven enthalten sind, ausreichen, um den empfindlichsten Theil der Nervenhaut mit dichtgedrängten Nervenenden zu besetzen, muß man erwägen, daß jener empfindliche Theil nur etwa zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ Linie im Durchmesser hat. Mein Bruder, Wilhelm Weber, und ich haben die Größe der empfindlichen Stelle der Retina, auf der man einen so feinen Ortsinn hat, auf folgende Weise bestimmt. Ich finde, wenn ich mit unverwandtem Auge die gedruckte Schrift dieser Abhandlung beschaue, daß ich, wenn ich mein Auge auf einen Buchstaben einer Zeile gerichtet halte, und denselben fixire, nicht im Stande bin, die Gestalt der Buchstaben zu gleicher Zeit zu erkennen, die über und unter diesen Buchstaben in der nächst höhern und nächst tiefern Zeile stehen, daß ich aber, wenn ich mein Auge unverwandt auf die Mitte zwischen zwei Zeilen richte, ich die zwei nächsten Buchstaben erkennen kann, die in den beiden Zeilen stehen, zwischen welchen sich der Zwischenraum befindet, auf den ich das Auge richte. In einer und derselben Zeile glaube ich etwa drei neben einander stehende Buchstaben auf einmal mit unverwandtem Auge erkennen zu können, höchstens vier. Diese Versuche haben einige Schwierigkeit, weil man fast unwillkürlich das Auge ein wenig bewegt, um mehr sehen zu können als bei unverwandtem Auge möglich ist. Um die hieraus entstehende Unsicherheit zu vermeiden, haben wir größere Schrift bei der Beleuchtung des electrischen Funkens gelesen, und um das Errathen unmöglich zu machen, eine Sprache gewählt, deren Wörter uns unbekannt waren. Da nun die durch die Entladung der Leidner Flasche entstehende Beleuchtung momentan ist, und man also keine Zeit hat sein Auge zu bewegen, sondern nur das auffassen kann, was sich auf dem empfindlichsten Theile der Nervenhaut abbildet, so kam es nur noch darauf an, ob es nicht hierbei an Zeit fehle, die nur momentan erleuchtete Schrift aufzufassen. Das ist aber nicht der Fall, denn der einmal hervorgebrachte Lichteindruck dauert nach Plateau 0,32 bis 0,35 Secunden, nach Hueck $\frac{1}{6}$ Secunde, fort. Aus der Größe der Fläche, auf der die Buchstaben noch erkannt wur-

den, aus dem Abstande derselben vom Auge und aus dem Abstande des Kreuzungspunktes der Lichtstrahlen von der Retina, der nahe vor dem Mittelpunkte des Auges angenommen wurde, ließ sich der Durchmesser des empfindlichsten Theils der Retina bestimmen, und so ergab sich, daß er bei mir und bei meinem Bruder zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ Linie beträgt. Wird angenommen, daß nur ein Theil der Nervenhaut, der nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ P. Linie im Durchmesser hat, mit dünnen Nervenenden dicht besetzt ist, und daß die Nervenenden wieder in diesem Theile nur in der Mitte, da wo das Centralloch sich befindet, äußerst dicht liegen, so bleiben genug Nervenfäden übrig, um die übrige Nervenhaut mit ihren nach vorn immer größer werdenden Gesichtskreisen zu decken.

Auch Joh. Müller*) nimmt an, daß eine einzelne elementare Nervenfaser zum Unterscheiden zweier Eindrücke untauglich sei. Der Einwurf, den er sich selbst hiergegen macht, daß ein Druck, den man auf den Stamm des Nervus ulnaris hervorbringt, nicht nur da gefühlt werde, wo die gedrückten Nerven endigen, sondern auch da, wo der Stamm gedrückt wird, scheint mir nichts gegen jene Annahme zu beweisen. Man fühlt durch die in der Gegend des Ellenbogens endigenden Tastnerven (Aesten des Cutaneus internus) den auf jene Region ausgeübten Druck sehr deutlich, und da man bei Nervenschmerzen niemals so genau den Ort, von wo aus sie veranlaßt werden und ihre Begrenzung angeben kann, so glaubt man sie in dem angegebenen Falle auch da zu fühlen, wo man durch den Tastsinn wahrnimmt, daß die schmerzerregende Ursache auf uns wirkt. Auch in vielen andern Fällen läßt sich beweisen, daß wir unbestimmtere Empfindungen dahin versetzen, wo wir zugleich eine Empfindung durch die Tastnerven empfangen. So glauben wir den Ton einer Stimmgabel an dem Zahne zu hören, mit welchem wir den Griff der tönenden Stimmgabel in Berührung bringen. Aber die Bestimmung des Orts, des Schalles durch das Gehörorgan ist so unvollkommen, daß man eine so feine Bestimmung damit gar nicht machen kann. Hält man, wie ich vor 20 Jahren zuerst gezeigt habe, das eine Ohr mit einem Finger zu, so scheint der Ton, der vorher im Zahne empfunden wurde, nun in dem verschlossenen Ohre zu sein, wahrscheinlich, weil unter diesen Umständen das Trommelfell des verschlossenen Ohrs heftig erschüttert wird, welches eine sehr empfindliche

*) J. Müller, Handbuch der Physiologie. 4. Auflage. Bd. I. III. Buch. Abschn. 3. S. 594.

Haut ist.*) Volkmann**) dagegen hat sich gegen jene Annahme erklärt. Er glaubt beweisen zu können, daß man auch dann, wenn eine und dieselbe Nervenfaser der Nervenhaut des Auges an zwei Orten Lichteindrücke empfängt, die beiden Empfindungen ihrem Orte nach von einander unterscheiden könne. Es würden, behauptet er, noch zwei Eindrücke unterschieden, die so nahe neben einander auf die Nervenhaut des Auges hervorgebracht würden, daß sie nur um $\frac{1}{10000}$ Zoll von einander entfernt wären. Nun hätten aber die Netzhautelemente einen größeren Durchmesser, und es müsse also eine Faser geeignet sein, mindestens zwei unterscheidbare Eindrücke hervorzubringen. Der kleinste Gesichtswinkel, unter welchem viele Menschen zwei Punkte noch unterscheiden können, beträgt nach Smith 40 Secunden, und daraus berechnet er, daß ein kleinster empfindlicher Punkt der Nervenhaut einen Durchmesser von $\frac{1}{8000}$ Zoll oder $\frac{1}{666}$ Linie haben möchte. Nach Hueck's***) Messungen verschwindet ein weißer nicht glänzender Punkt auf schwarzem Felde, wenn der Gesichtswinkel, unter dem er gesehen wird, nur 10 Secunden beträgt. Aber Hueck verwirft selbst, und mit Recht, diese Methode, denn man sieht ja sogar die Fixsterne, die gar keinen scheinbaren Durchmesser haben, und unter ihnen auch solche, welche ein so schwaches Licht haben, daß sie nicht blenden. Wenn Hueck einen schwarzen Punkt auf weißem Grunde beobachtete, so verschwand er dem Auge schon, wenn der Gesichtswinkel, unter welchem er gesehen wurde, 2 Secunden betrug. Aber auch durch einen solchen Versuch wird das nicht ermittelt, was man ermitteln will. Auf solche Versuche kann man keinen Schluß über den Durchmesser der kleinsten Nervenfasern der Nervenhaut gründen. Denn warum sollte ein schwarzer Punkt, der so klein ist, daß dessen Bild das Ende eines Nervenfadens nicht ganz deckt, nicht empfunden werden, wenn nur der Eindruck stark genug ist. Wird der nämliche Nervenfaden zugleich noch von weißem Lichte getroffen, so wird der Punkt etwas blasser erscheinen, aber es ist sehr wohl möglich, daß er im Vergleich zu der helleren Erleuchtung der benachbarten Nervenfäden

---

*) E. H. Weber, De pulsu, resorptione, auditu et tactu. pag. 41, abgedruckt aus dem Programme: Annotationes anatomicae et physiologicae. Prol. VI. d. XIII. mens. Nov. 1829. p. 2.

**) Volkmann in Wagners Handwörterbuch der Physiologie. Art. Nervenphysiologie. Heft 10. S. 568.

***) Hueck in Müllers Archiv 1840. S. 86, 87. Die berechneten Größen der Netzhautbildchen stimmen bei Hueck so wenig untereinander zusammen, daß mehrere Druckfehler oder Schreibfehler angenommen werden müssen. Aus diesem Grunde habe ich sie nicht citirt, sondern mich nur auf den Gesichtswinkel beschränkt.

doch wahrnehmbar ist. Auf der Haut wird überall eine leise Berührung mit einer Nadelspitze gefühlt, aber zwei gleichzeitige Berührungen, die die Haut des Rückens in einer Entfernung von 1 oder 2 Zollen von einander treffen, wird nur als eine einzige Berührung wahrgenommen. Es fragt sich, ob etwas Aehnliches auch auf der Nervenhaut beobachtet werde. Man muß also bei der von Smith angewendeten Methode stehen bleiben. Als Hueck diese anwendete, und zwei schwarze Punkte auf weißem Grunde beobachtete, fand er, daß sie zu einem Punkte verschmolzen, wenn der Sehwinkel (des Zwischenraums, oder beider Punkte und des Zwischenraums zusammengenommen?) 64 Secunden betrug. Hiernach würde also der kleinste Gesichtswinkel, unter welchem zwei Punkte noch unterschieden wurden, um mehr als $\frac{1}{3}$ größer sein als nach Smith, wo dieser Winkel 40 Secunden betrug. Volkmann hat nicht zwei Punkte, sondern zwei parallele Linien genommen, und sie noch als zwei unterschieden, wenn ihre Bilder auf der Retina nur um 0,00014″ (d. h. um $\frac{1}{7142}$ Zoll oder um $\frac{1}{559}$ Linie) von einander abstanden. Valentin*) vermochte sogar zwei Linien noch zu unterscheiden, wenn deren Bilder auf der Retina nur um 0,00009″ (d. h. $\frac{1}{11000}$ Zoll oder nahe $\frac{1}{1000}$ Linie) von einander abstanden. Aber ich halte es nicht für gleichgültig, ob man sein Auge auf Punkte oder auf Linien richtet, und kann auch mit dem Schlusse Volkmann's nicht übereinstimmen, daß die Enden der Fäden des Sehnerven zu grob wären, um eine solche Unterscheidung möglich zu machen. Volkmann sagt: wenn man zwei Spinnwebfäden über einen kleinen Rahmen neben einander aufzieht, und in die Entfernung vom Auge bringt, in welcher die Duplicität der Fäden eben noch erkennbar ist, so erkennt man sie als zwei Fäden, man mag den Rahmen drehen oder verschieben wie man will. Gesetzt also, die beiden Parallellinien hätten bei einer bestimmten Stellung zum Auge wirklich ihr Bild auf lauter differenten Fasern darstellen können, so würde das doch nicht bei jeder Lage der Linien möglich sein, denn es ließe sich keine Anordnung der Nervenenden denken, bei welcher gerade Parallellinien, deren Distanz geringer ist als der Durchmesser dieser Enden, in jeder beliebigen Lage auf differente Enden fiele. Vielmehr müßten die Bilder solcher Linien beim Hin- und Herschieben unfehlbar wieder über eine und dieselbe Nervenfaser weggehen, womit in der Empfindung an jedem solchen Punkte statt zweier Linien eine gegeben wäre. Wir würden also eine Figur erhalten, in wel-

*) Valentin, Lehrbuch der Physiologie. Bd. II. S. 428.

cher zwei Linien abwechselnd in eine zusammen flössen und dann wiederum sich trennten. Da dies nicht der Fall sei, so müsse dieselbe Nervenfaser zur Apperception zweier discreter Empfindungen geeignet sein. Es leide nach dem Gesagten schwerlich einen Zweifel, daß derselbe Elementarfaden nicht blos zwei, sondern sogar zehn und mehr differente Punkte zur Wahrnehmung zu bringen im Stande sei.« Ich kann wie gesagt diese Bedenken nicht theilen. Ich fand, daß im Stamme des Sehnerven des Menschen, 18 Stunden nach dem Tode, viele nicht variköse Elementarfäden, die ich maaß, 0,0007 Par. Linie bis 0,001 Par. Linie = $\frac{1}{1428}$ bis $\frac{1}{1000}$ Linie im Durchmesser hatten, d. h. in Zollen ausgedrückt, $\frac{1}{17000}$ bis $\frac{1}{12000}$ Par. Zoll. Die Enden dieser Fäden habe ich freilich nicht beobachtet, und man weiß überhaupt noch nichts Gewisses von ihnen, und dürfte natürlich nicht die Enden im Seitentheile der Nervenhaut aufsuchen, sondern müßte sie im sogenannten Centralloche messen. So viel ist gewiß, daß der von mir über den Ortsinn auf der Nervenhaut gegebenen Darstellung keine Thatsache im Wege steht.*) Ich muß daher an der von mir gegebenen Erklärung über den Nutzen, welchen das von Fontana entdeckte Verhalten der elementaren Nervenfäden hat, auch noch jetzt festhalten.

Bekanntlich verbreiten sich die Tastnerven in unserm Körper so, daß sie die mittlere Ebene, wodurch er in eine rechte und linke Hälfte getheilt wird, nicht überschreiten. Dieser interessante Satz wird nicht nur durch anatomische Untersuchungen, sondern auch durch physiologische Beobachtun-

---

*) Daß der Theil der Nervenhaut, der mit einem scharfen Ortsinne versehen ist, nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser hat, und auch von diesem wieder nur der mittelste Theil die größte Schärfe hat, ist sehr wichtig. Diese Einrichtung erleichtert es uns die Augen so zu stellen, daß sich die verlängerten Augenaxen in dem sichtbaren Körper schneiden, weil wir die Augen unwillkürlich so stellen, daß sich der Körper, den wir sehen wollen, auf dem empfindlichen Theile der Nervenhaut abbilde. Ist daher in dem einen Auge die Empfindlichkeit des mittelsten Theils abgestumpft, und ein benachbarter Theil der Nervenhaut empfindlicher als er, so kann hierdurch das Schielen veranlaßt werden. Professor Ritterich in Leipzig hat solche Fälle beobachtet. Jene Einrichtung befördert aber auch die mittelbare Beherrschung der Aufmerksamkeit. Welche Anstrengung würde die unmittelbare Beherrschung derselben erfordern, wenn wir alle im Auge sich abbildenden Gegenstände in gleichem Grade scharf sähen. Ferner wird durch jene Einrichtung die Messung erleichtert, die wir durch die Bewegung der Augen ausführen. Auf der andern Seite werden wir aber durch diese Einrichtung verhindert, viele Gegenstände mit einem Blicke, mit unbewegtem Auge, aufzufassen. Sollte vielleicht das merkwürdige Vermögen des Rechner Dase, die Zahl vieler neben einander befindlicher Dinge schnell zu bestimmen, darauf beruhen, daß der empfindliche Theil der Nervenhaut bei ihm größer ist als bei Andern? Eine solche Anlage könnte ihn wohl zu frühzeitigen Uebungen in seiner Kunst und im Rechnen veranlaßt haben.

gen, namentlich bei der halbseitigen Lähmung, bestätigt, denn die Lähmung überschreitet bei nicht complicirten Fällen die Grenze zwischen der rechten und linken Körperhälfte nicht; da nun also die Nerven von zwei nahe neben einander an der Mittellinie liegenden Theilchen der Haut einen ganz verschiedenen Weg nehmen und sich weit von einander entfernen, so sollte man meinen, die Berührung von zwei solchen Theilchen würde immer zwei sehr unterscheidbare Empfindungen hervorrufen. Das ist aber nicht der Fall. Dieses Resultat scheint zu beweisen, daß es bei der örtlichen Unterscheidung der Empfindungen nur auf den Abstand der Enden der Nerven auf der Haut und im Gehirn, nicht aber auf den Abstand ankomme, in welchem sich die Stämme der Nervenfäden beider Seiten von einander befinden, welche die peripherischen und centralen Enden mit einander verbinden.

Man könnte glauben, die Feinheit und Schärfe des Ortsinns, wodurch sich manche Theile der Haut vor andern auszeichnen, hinge zum Theil mit davon ab, ob wir uns durch unser Auge eine genaue Kenntniß über den Abstand der verschiedenen Theile der Haut von einander verschafft hätten oder nicht. Die Erfahrung lehrt aber, daß das nicht der Fall ist. Wäre es der Fall, so würden die Theile der Haut, die wir niemals zu sehen bekommen, mit einem weniger feinen Ortssinne begabt sein, als die, welche wir mit unsern Augen beobachten können. Das ist aber keineswegs so.

Feinheit des Ortsinns am Kopfe.

Am Kopfe ist der Theil, der mit dem feinsten Tastsinne ausgerüstet ist, die Zungenspitze. Auf sie folgt der Theil der Lippen, der die Grenze zwischen der rothen und nicht rothen Oberfläche derselben bildet, hier ist der Tastsinn beinahe noch feiner als an den Fingerspitzen. Hierauf kommt die Nasenspitze, dann folgen die Augenlider, hernach der Oberaugenhöhlenrand in der Nähe der Glabella und die Glabella selbst. Am unempfindlichsten im Gesichte ist der Theil der Haut, der dicht vor dem Ohre und auf dem Aste der Kinnlade liegt. Viele Theile der Haut am Kopfe besitzen daher einen sehr feinen Tastsinn, und kein Theil ist daselbst mit einem so stumpfen Tastsinne versehen, als irgend ein Theil der Haut am Rumpfe, und viele Theile der Haut an den Armen und Beinen. Man muß daher den Kopf für den Theil unsers Körpers erklären, an welchem der Tastsinn vorzüglich fein ist.

Am Kopfe hat der mit den Haupthaaren bewachsene Theil der Haut keineswegs einen feineren, sondern eher einen stumpferen Tastsinn als der nicht behaarte Theil, z. B. die Stirn. Die Haarbälge der Kopfhaare, welche in so großer Zahl daselbst vorhanden und so nervenreich sind, sind

also nicht für Tastorgane zu halten, welche durch den Druck afficirt werden, wohl aber sind sie, wie später gezeigt werden soll, sehr feine Tastorgane für die Empfindung des Zugs. Mit den Tasthaaren der Thiere, die viel steifer, willkürlich beweglich, und in besondere Kapseln eingepflanzt sind, mag es sich in dieser Hinsicht anders verhalten.

Gehen wir nach dieser Uebersicht noch etwas mehr in's Einzelne:*) Es ist sehr vortheilhaft, daß wir in der Mundhöhle mittelst der Zunge so fein tasten, und daß auch die zur Zermalmung dienenden Zähne mit dem Tastsinn versehen sind. Der Zermalmung nicht fähige Theilchen werden wohl unterschieden, und die noch nicht gekauten Speisen können daher zwischen die Kauflächen der Zähne gebracht werden. Der schärfste Ortsinn, wodurch sich die Zungenspitze vor allen Theilen des Körpers auszeichnet, ist auf einen sehr kleinen Raum beschränkt, der nur einen Durchmesser von 2 bis 3 Linien hat. Die untere Oberfläche der Zunge hat einen weniger feinen Tastsinn als der Rücken. Auf dem Rücken der Zunge nimmt die Feinheit des Tastsinns desto mehr ab, je entfernter die Theile der Zunge von der Spitze sind. Der vordere Theil des Zahnfleisches hat ein sehr stumpfes Gefühl, feiner ist es am hinteren Theile des Zahnfleisches der oberen Kinnlade und am harten Gaumen. Am weichen Gaumen wird der Tastsinn sogar wieder feiner als am harten Gaumen. Die Zähne wirken wie Sonden und haben einen ziemlich feinen Tastsinn, nur ist hier ein starker Druck nöthig, der auf die empfindliche Haut zu wirken scheint, welche die Zahnzelle austapezirt. Ihr Tastsinn übertrifft den des Zahnfleisches sehr, die Schleimhaut der Backen hat einen viel stumpferen Tastsinn als die äußere Haut derselben. Die Lippen haben gleichfalls an ihrer inneren Oberfläche einen außerordentlich viel stumpferen Tastsinn als an der äußeren Oberfläche. Am feinsten ist er an der Grenze, wo der rothe Theil derselben in den nicht rothen Theil übergeht. Nach dieser Grenze hin nimmt die Feinheit des Tastsinns zu, die in der Nähe des Zahnfleisches am stumpfesten ist. Der Tastsinn der äußern Oberfläche der Ober-

*) Die Vergleichung der verschiedenen Theile der Haut, hinsichtlich der Feinheit ihres Ortsinns, ist deswegen von Interesse, weil es sich der Mühe verlohnt die Frage zu beantworten, ob das Vermögen, Druck- und Temperatur-Grade fein zu unterscheiden, eben so vertheilt ist als der Ortsinn. Ich bemerke hier in voraus, daß das erstere Vermögen viel gleichmäßiger in der ganzen Haut existirt, als der Ortsinn. Hieraus darf man vermuthen, daß zwar die Zahl der empfindlichen Theile in gleich großen Oberflächen der Haut, in den verschiedenen Gegenden nicht sehr verschieden sei, daß aber die Zahl der elementaren Nervenfäden, die diesen Theilen die Empfindlichkeit verschaffen, in verschiedenen Theilen der Haut sehr verschieden sei.

lippe und Unterlippe ist feiner nach der Mittellinie zu. Den Lippen zunächst kommt die Nasenspitze, die einen feineren Ortsinn hat, als der Rücken der Nase und die Nasenflügel, und nach der Nasenspitze zunächst sind die Augenlider zu nennen, die in der Nähe des äußern Augenwinkels etwas feiner fühlen als am innern. Am äußern Augenwinkel erstreckt sich das feine Gefühl sogar auf den Theil der Haut, der die Verbindung des Jochbeins und Stirnbeins überzieht. Auch die Gegend der Haut am Oberaugenhöhlenrande, welche den Corrugator supercilii deckt, hat noch ein ziemlich feines Gefühl. Auf diese Theile folgt die sogenannte Glabella, d. h. die Uebergangsstelle vom Nasenrücken zur Stirn und die Stirn selbst, denn auf der Stirn nimmt die Feinheit des Ortsinns nach oben und nach den Schläfen zu ab. Ein Theil der Backen, der den Lippen nicht nahe ist, steht ungefähr auf gleicher Stufe der Empfindlichkeit. Die Gegend des Gesichts vor dem Ohre und die Haut, die den Ast des Unterkiefers überzieht, hat eine geringere Empfindlichkeit, dagegen hat die Mitte des Kinns und die nächste Region der Haut unter dem Kinne eine größere Empfindlichkeit als die Haut der Stirn, diese Empfindlichkeit nimmt aber nach dem Halse zu sehr ab und ist am Halse viel geringer. Das äußere Ohr gehört, was den Ortsinn betrifft, zu den unempfindlicheren Theilen am Kopfe. Die Haut im Innern der Nase ist aber als Tastorgan noch unempfindlicher.

Ortsinn an den Armen und Beinen.

Hier ist der schärfste Ortsinn auf der Volarseite der Hände, die die Rückenseite derselben dadurch beträchtlich, und auch die Plantarseite der Füße in nicht unbeträchtlichem Grade übertrifft. In der Hohlhand sind es wieder die Fingerspitzen oder überhaupt die letzten Glieder der Finger, welche den allerfeinsten Ortsinn besitzen, der fast dem der Lippen gleich kommt. Schon an dem zweiten Gliede der Finger nimmt diese Feinheit ab, und noch mehr an dem ersten Gliede, wo sie aber an dem nach dem Metacarpus hingerichteten Ende größer ist, als an dem nach dem zweiten Gliede hingekehrten Ende. An dem Metacarpusknochen des Daumens ist die Schärfe des Gefühls ein Wenig größer als am Metacarpusknochen des kleinen Fingers. Die Empfindlichkeit an der Volarseite des zweiten Gliedes eines Fingers verhält sich zu der Empfindlichkeit desselben auf der Rückenseite wie 5 zu 2, und an den Metacarpusknochen verhalten sich beide Seiten wie 14 zu 5. Am unempfindlichsten ist die Haut ungefähr in der Mitte des Oberarms. Oeffnet man den Zirkel 16 bis 18 Linien weit, und berührt mit den Enden die Haut an der Schulter, am Acromion oder über dem Ellenbogen, d. h. über dem Olecranon, so unterscheidet

man, ob die Enden des Zirkels der Länge nach oder quer liegen, und man fühlt zugleich zwei Berührungen. Aber an dem größten Theile des Oberarms, und an einem kleinen Theile des Unterarms nimmt man nur eine einzige Berührung wahr, und kann nicht über die Lage der Enden des Zirkels urtheilen; um dahin zu gelangen, muß man den Zirkel 2½ bis 3 Zoll weit öffnen. Die Haut am Oberarme ist also im Allgemeinen etwas unempfindlicher als die Haut am Unterarme, und diese ist wieder unempfindlicher als die der Hand. Aber die Empfindlichkeit vermindert sich von der Hand bis zur Schulter nicht gleichmäßig, sondern am Handgelenke- und Ellenbogengelenke ist sie etwas größer als an den dazwischen gelegenen Theilen.

Ebenso verhält es sich am Beine, nur sind die Füße und die Zehen auf der Fußsohle unempfindlicher als die Hand, und die Finger auf ihrer Volarfläche. Uebrigens ist schon oben erwähnt worden, daß an den meisten Theilen der Arme und Beine die Enden des Zirkels deutlicher, und schon bei geringerer Entfernung empfunden werden, wenn sie eine quere Lage gegen das Glied haben, als wenn sie dasselbe der Länge nach berühren.

Ortsinn in der Haut des Rumpfes.

Am Rumpfe ist der Ortsinn am wenigsten ausgebildet. Es giebt daselbst, wie schon oben erwähnt worden ist, keinen Theil, der einen so feinen Ortsinn hätte als irgend ein Theil der Haut am Kopfe, oder als irgend ein Theil der Haut der Hand oder des Fußes. Sogar an der Brustwarze, welche in anderer Hinsicht sehr empfindlich ist und durch mehrmalige Berührung in Erection geräth, ist der Tastsinn sehr stumpf, so daß man hier recht deutlich sieht, wie sehr die Fähigkeit, ein lebhaftes Gemeingefühl zu äußern, von der Feinheit des Tastsinns zu unterscheiden sei.

Der Ortsinn in der Haut des Rumpfes ist an den beiden Enden des Rumpfes am feinsten, am obersten Theile des Halses und am After, und es nimmt die Feinheit desselben gegen die Mitte des Rückens hin ab. Vorn scheint sie am untern Ende des Halses etwas geringer zu sein, als am oberen Theile der Brust, auch am Nabel und am Schaambeine scheint sie etwas größer zu sein, als an den dazwischen liegenden Regionen.

An der Seite des Rumpfes wechseln Gegenden mit einander ab, wo die berührenden Zirkelspitzen deutlicher empfunden werden, bald wenn sie in der Längenrichtung, bald wenn sie in querer Richtung liegen. Es scheint aber noch nicht ausgemacht, daß bei verschiedenen Menschen die Versuche,

die an entsprechenden Theilen der Haut gemacht werden, dasselbe Resultat geben. *)

In folgender Zusammenstellung habe ich die Entfernung der Zirkelspitzen in Pariser Linien angegeben oder auch durch Striche bildlich dargestellt, welche erforderlich ist, damit ich von den mich berührenden Zirkelspitzen zwei Berührungen fühle, oder wenigstens anzugeben im Stande bin, ob die Zirkelspitzen in der Längenrichtung meines Körpers oder in querer Richtung liegen.

	Par. Lin.	mm
An der Zungenspitze	½ -	1,12
An der Volarseite des letzten Fingerglieds .	1 —	2,25
Am rothen Theile der Lippen	2 —	4,5
An der Vorlarseite des zweiten Fingerglieds	2 —	4,5
An der Dorsalseite des dritten Gliedes d. Finger	3 —	6,75
An der Nasenspitze	3 —	6,75
An der Volarseite der Capitula ossium metacarpi	3 —	6,75
Auf der Mittellinie des Zungenrückens 1 Zoll weit von der Spitze	4 —	10.
Am Rande der Zunge 1 Zoll weit der von Spitze	4 —	10
Am nicht rothen Theile der Lippen . . .	4 —	10
Am Metacarpus des Daumens	4 —	10
An der Plantarseite des letzten Gliedes der großen Zehe	5 —	11,25
Auf der Rückenseite des zweiten Gliedes d. Finger	5 —	11,25
An den Backen	5 —	11,25
An der äußeren Oberfläche des Augenlids .	5 —	11,25
An der Mitte des harten Gaumens . . .	6 —	13,50
An d. Haut auf dem vordern Theile des Jochbeins	7 —	15,75
An der Plantarseite des Mittelfußknochens der großen Zehe	7 —	15,75
An der Rückenseite des ersten Gliedes der Finger	7 —	15,75
Auf d. Rückenseite d. Capitula ossium metacarpi	8 —	18
An der inneren Oberfläche der Lippen nahe am Zahnfleische	9 —	20,25
An d. Haut auf dem hinteren Theile des Jochbeins	10 —	22,5
Am unteren Theile der Stirn	10 —	22,5
Am hinteren Theile der Ferse	10 —	22,5

*) Meine Beobachtungen über die Feinheit des Tastsinns, an verschiedenen

	Par. Lin.	
Am behaarten unteren Theile d. Hinterhaupts	12	27
Auf dem Rücken der Hand	14	31,5
Am Halse unter der Kinnlade	15	33,75
Auf dem Scheitel . . .	15	33,75
An der Kniescheibe und in ihrer Umgegend . .	16	40
Auf dem Kreuzbeine . .	18	44,5
Auf dem Glutaeus . .	18	44,5
Am oberen und unteren Theile des Unterarms	18	44,5
Am oberen und unteren Theile d. Unterschenkels	18	44,5
Auf dem Rücken d. Fußes in der Nähe der Zehen	18	44,5
Auf dem Brustbeine .	20	45
Am Rückgrate, am Nacken unter dem Hinterhaupte	24	60
Am Rückgrate in der Gegend d. 5 oberen Brustwirbel	24	60

Theilen der Haut, sind zuerst von Allen Thomson (in Edinburgh Med. and Surg. Journal No. 116.) bestätigt worden. Er sagt: »Ich bemerke, daß ich eine ansehnliche Zahl von Experimenten zur Vergleichung der Sensibilität in verschiedenen Theilen der Haut, an meiner eignen Person und an Andern angestellt, und sehr nahe dieselben Resultate erhalten habe. Die Feinheit des Tastsinns im Ganzen scheint bei verschiedenen Individuen mehr oder weniger verschieden zu sein, aber hinsichtlich der relativen Feinheit derselben an verschiedenen Gegenden des Körpers, habe ich keine besondern Abweichungen von den vom Professor Weber bekannt gemachten Resultaten gefunden.« Valentin (Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Braunschweig 1844, Bd. II. S. 565), der gemeinschaftlich mit Theile, Gerber, Neuhaus und Bühlmann meine Experimente wiederholt hat, sagt: »Vergleicht man dieselben Hautstellen bei verschiedenen Personen unter einander, so wird man finden, daß die geringsten nothwendigen Abstände oft um das vierfache und selbst noch mehr, an einzelnen, besonders nicht sehr fein fühlenden, Partien variiren. Dagegen bleiben die relativen Verhältnisse der einzelnen Hauptpartien zu einander beständiger, oder unterscheiden sich nur durch untergeordnete Abweichungen, so daß z. B. die Zungenspitze in allen bisher geprüften Fällen ungefähr 50 bis 60 Mal so fein als die Mitte der Haut des Rückens tastet.«

	Par. Lin.	
Am Rückgrate in d. Lenden- u. untern Brustgegend	24	60
Am Rückgrate an der Mitte des Halses. .	30	67,5
Am Rückgrate an der Mitte des Rückens .	30	67,5
Auf der Mitte des Oberarms und Oberschenkels	30	67,5

Wahrnehmung der Figur eines uns berührenden Körpers ohne Bewegung der Glieder.

Wir können uns aber auf eine doppelte Weise über die Gestalt eines Körpers oder über den Abstand zweier Körper unterrichten, erstens ohne daß wir unsere Glieder bewegen und zweitens indem wir sie bewegen. Wenn man das Ende und also den Querschnitt einer cylindrischen, oder dreiseitig prismatischen oder vierseitig prismatischen Blechröhre an unsere Haut andrückt, ohne daß wir es sehen können, so entsteht auf der Haut ein Druckbild derselben und wir nehmen, wenn der Durchmesser groß genug ist, die Gestalt derselben wahr. Wendet man cylindrische Röhren von verschiedenen Durchmessern an, so findet man, daß das Ende der Röhren als ein solider Körper von unbestimmter Gestalt gefühlt wird, wenn es nicht einen Durchmesser hat, der etwas größer ist als der Abstand der Enden des Zirkels, den ich in der mitgetheilten Tabelle bei den verschiedenen Theilen des Körpers als denjenigen angezeigt habe, wo man zwei Eindrücke unterscheidet. Die Figur eines Kreises und eines davon eingeschlossenen Raumes empfand ich, wenn die Röhre $1\frac{1}{2}$ P. Linie im Durchmesser hatte, nur mit der Zungenspitze, nicht mit der Lippe und Fingerspitze; wenn die Röhre 2 Linien im Durchmesser hatte, nur mit dem mittlern Theile der Oberlippe und dunkler mit den Fingerspitzen, aber nicht an dem Gelenktheile des letzten Gliedes oder am zweiten Gliede. Um die Figur da zu empfinden, war ein Durchmesser von 4 Linien nöthig, und dieser wurde selbst nicht auf dem ersten Gliede empfunden, denn hier war ein Durchmesser von 5 Linien erforderlich, am Metakarpus des Daumens bedurfte es eines Durchmessers von 6 bis $6\frac{1}{2}$ Linien, am Bauche dagegen war eine Röhre, die $3\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser hatte, nöthig, um die Figur wahrzunehmen und auf dem Rücken war ein noch größerer Durchmesser nöthig. Wir sind nur dadurch fähig eine runde, oder drei-

eckige oder viereckige Figur zu unterscheiden, ohne daß wir die Tastorgane bewegen, daß wir schon eine Kenntniß der Lage der berührten Hauttheilchen besitzen. Unstreitig haben wir diese Kenntniß ursprünglich nicht besessen, sondern sie dadurch erlangt, daß Körper sich längs unserer Haut bewegt, und dabei in bestimmten Reihen von fühlenden Punkten successiv Empfindungen erregt haben. Sehr wichtig, um einerseits die Lage der fühlenden Punkte unserer Haut kennen zu lernen, andererseits durch Empfindung auf die Vorstellung von der Bewegung geleitet zu werden, ist es, daß unser Tastorgan eine so große empfindende Oberfläche hat und so beweglich ist, daß ein Theil den andern berühren kann, wobei wir jeden von den einander berührenden Theilen mittelst des andern empfinden. Wenn wir die Fingerspitze der einen Hand auf der Volarfläche der andern Hand bewegen, so bekommt die Fingerspitze an den nämlichen empfindenden Theilen viele aufeinanderfolgende Stöße von den Unebenheiten der andern Hand, während zu gleicher Zeit andere und andere nebeneinander liegende Theile der andern Hand successiv einen Eindruck von der Fingerspitze bekommen. Wir beschreiben mit der Fingerspitze eine Bahn auf der fühlenden Oberfläche der andern Hand, die wir daher mittelst der andern Hand unterscheiden und wahrnehmen lernen, und dadurch wieder umgekehrt lernen, welche Anstrengung wir machen müssen, um die Fingerspitze in bestimmten Richtungen und Krümmungen zu bewegen.

Wahrnehmung der Gestalt und des Abstandes der Körper durch die absichtliche Bewegung der Glieder.

Haben wir gelernt, unsere Glieder unserer Absicht gemäß in bestimmten Richtungen und Krümmungen zu bewegen, so haben wir ein neues Mittel gewonnen, um uns über die Gestalt und den Abstand der Körper zu unterrichten. Wir kommen nach und nach dahin, durch das Gefühl von der Anstrengung derjenigen Muskeln, welche nöthig sind, um ein Glied in eine gewisse Lage zu bringen, oder dasselbe darin zu erhalten, uns der Lage unserer Glieder immerfort bewußt zu sein. Hält man z. B. die Hände auf den Rücken, wo man sie nicht sieht und läßt sie von einem Andern in Lagen bringen, wobei sie sich einander nicht berühren, so kann man doch in jedem Momente die Lage derselben angeben. Ist man aber fähig, die Glieder nach Absicht und mit Bewußtsein zu bewegen, so kann man sich durch die Bewegung, die man machen muß, um mit den Händen die Widerstand leistenden Körper zu umgehen, eine Vorstellung von der Gestalt und Größe der Körper verschaffen. Wenn man mit einem Finger der einen Hand die obere, mit dem der andern die untere Oberfläche einer

Tischplatte berührt, so ist man im Stande, bei verschlossenen Augen anzugeben, wie dick die Platte sei. Es ist überhaupt kaum zu glauben, wie viel bei der Wahrnehmung der Form der Körper und der Form ihrer Oberfläche im Kleinen (der Rauhigkeiten oder Glätte), ferner bei der Wahrnehmung der Härte und Weichheit und des Abstandes der Körper von einander von der absichtlichen Bewegung unserer Glieder abhängt. Man verschließe die Augen, lasse die Hand wohlunterstützt ruhen: wenn nun ein Anderer Glas, Metall, Papier, Leder und andere Körper mit den Fingerspitzen in Berührung bringt und an denselben vorbeibewegt, so verwechselt man Körper mit einander, die man sogleich unterscheidet, wenn man die Hand bewegt. Eine ebene Glasplatte, welche erst schwach, dann stärker und hierauf wieder schwächer an die Fingerspitzen angedrückt wird, scheint uns eine convexe Oberfläche zu haben, wird sie aber erst stark, dann schwächer und hierauf wieder stärker an unsere Fingerspitze angedrückt, so scheint sie uns eine concave Oberfläche zu haben. Es ist interessant, daß wir, wenn von Jemandem an einem Bündelchen unserer Haare leise gezogen wird, sehr genau die Richtung angeben können, in welcher gezogen wird, daß wir aber nicht bei verschlossenen Augen sagen können, welche Richtung eine Stricknadel hat, die gegen die Haut eines festliegenden Theils unsers Körpers gedrückt wird, ob sie einen rechten Winkel, oder welchen andern Winkel sie mit der Oberfläche unsers Körpers bildet. Eine genauere Erörterung, die ich hierüber angestellt habe, lehrt, daß wir die Richtung, in welcher an unseren Haaren gezogen wird, nicht unmittelbar empfinden, sondern daß wir der Bewegung, in welche unser Kopf und die Haut unseres Kopfes durch das Ziehen an den Haaren versetzt zu werden anfängt, durch unsere Muskeln Widerstand leisten, und aus Erfahrung wissen, in welcher Richtung wir unsern Kopf oder die Haut an demselben bewegen, um jener Bewegung Widerstand zu leisten. Von der Richtigkeit dieser Erklärung überzeugt man sich durch folgende Experimente. Jenes Vermögen, die Richtung zu bestimmen, in welcher an den Haaren gezogen wird, wird nämlich sehr beschränkt, wenn zugleich unser Kopf von einem Andern festgehalten wird, und hört ganz auf, wenn außerdem die Verschiebung der Haut gehindert wird, während man an den Haaren zieht, z. B. indem man die Haut vor den Haaren, an welchen gezogen wird, und hinter ihnen an den Kopf mit einem Finger andrückt, denn unter diesen Umständen wird weder unserm Kopfe noch der Haut eine Bewegung durch das Ziehen an den Haaren mitgetheilt, und wir haben daher auch keine Gelegenheit, einer uns mitgetheilten Bewegung Widerstand zu leisten. Wenn man zwei von den vier kleineren Fingern einer

Hand in eine solche Lage bringt, daß sie sich kreuzen und daß ein Gegenstand, den wir mit diesen Fingern gleichzeitig berühren, mit denjenigen Rändern derselben in Berührung kommt, welche bei der gewöhnlichen Lage dieser Finger von einander abgekehrt sind, so glaubt man den Gegenstand doppelt zu fühlen und also z. B. 2 Kugeln zu unterscheiden, die man mittelst jener Finger hin- und herrollt, und 2 Nasenspitzen und 2 Tischkanten zu empfinden. Bei der Erklärung dieses merkwürdigen Phänomens ist Folgendes in Betracht zu ziehen. Wir empfinden mit zwei Theilen unsers Tastorgans stets doppelt und niemals verschmelzen die beiden Empfindungen, die wir durch sie erhalten, zu einer, wohl aber können wir zu dem Schlusse veranlaßt werden, daß die beiden Empfindungen, die wir erhalten, durch zwei Oberflächen eines und desselben Körpers verursacht werden, z. B. wenn wir einen Würfel zwischen zwei Fingern halten. Ist die eine Oberfläche glatt, die andere rauh, oder ist die eine Oberfläche warm, die andere kalt, so verschmelzen diese Empfindungen nicht, auch glauben wir keineswegs dieselbe Oberfläche des Würfels zu berühren. Wir nehmen an, daß die 4 Empfindungen, die wir haben, wenn wir mit 4 Fingern die Kante eines Tisches berühren, von demselben Flächenwinkel herrühren, da wir aus der Stellung unserer Fingerspitzen wissen, daß die Orte dieser vierfachen Berührung in einer Linie liegen; wir nehmen ferner an, daß wir denselben Bleistift zwischen unsern Fingern haben, wenn wir wissen, daß der Bleistift den Zwischenraum zwischen unsern 2 Fingern ausfüllt, und daß wir ihn mit dem einen Finger gegen den andern drücken und also, wenn wir die Ursache der beiden Empfindungen in einem und demselben Raume annehmen. Dieses ist uns unmöglich, wenn diejenigen beiden Ränder zweier Finger denselben Gegenstand berühren, welche nur mit einiger Gewalt in eine solche Lage gebracht werden können, daß sie denselben Gegenstand berühren, und in der natürlichen Lage von einander abgekehrt sind, und dann also denselben Gegenstand nicht berühren können. Die Richtigkeit der angeführten Bedingung sieht man daraus, daß man mit dem Daumen und kleinen Finger die berührten Dinge nicht doppelt zu fühlen glaubt. Der Daumen und der kleine Finger können nämlich, weil sie sehr beweglich sind, leicht und ohne Gewalt durch ihre Muskeln in eine solche Lage gebracht werden, daß die sonst von einander abgewendeten Ränder derselben denselben Gegenstand berühren; indem man daher bei dem Urtheile, das man sich bildet, die Bewegung dieser 2 Finger in Rechnung bringt, nimmt man wahr, daß es derselbe Körper ist, auf den sie gerichtet werden.

II. Drucksinn.

Nehmen wir mittels des durch die eigne absichtliche Bewegung unterstützten Ortsinnes der Haut die räumlichen Verhältnisse der Körper, ihre Gestalt, Größe, ihren Abstand, ihre Rauhigkeit und Glätte, endlich ihre Härte und Weichheit wahr, so erkennen wir durch den Drucksinn der Haut, zumal wenn er durch die eigne absichtliche Bewegung unterstützt wird, unsere eigene bewegende Kraft und die uns Widerstand leistenden Kräfte der Körper. Viele räumliche Verhältnisse erkennen wir auch vorzugsweise, und zwar noch viel vollkommner, mit dem Auge; die Empfindung der Wirkung unserer eigenen Kraft und der Kraft anderer Körper aber verdanken wir nur dem Tastsinne, der daher eigentlich als der Kraftsinn betrachtet werden kann. Um wie viel weniger anschaulich würden unsere Vorstellungen von der Kraft sein, wenn wir den Druck nicht empfänden, diesen Kampf der Kräfte, in welchem sie sich einander das Gleichgewicht halten und daher keine Bewegung hervorbringen, aber doch empfunden werden. Die Kräfte äußern nämlich ihre Wirkung auf eine doppelte Weise durch Hervorbringung von Bewegung und durch Aufhebung von Bewegung, welche letztere Druck oder Spannung erzeugt. Die entstehenden Bewegungen können wir auch durch den Gesichtssinn erkennen, und daher auch durch ihn auf die Vorstellung von der Kraft geführt werden, aber wir empfinden die Bewegung nicht unmittelbar, sondern stellen sie uns nur vor. Dagegen empfinden wir den Druck und seine verschiedenen Grade unmittelbar. Was uns nun aber für die Bildung des Begriffs von Kraft vorzüglich zu statten kommt, ist dieses, daß wir durch die größere oder geringere Anstrengung unsers Willens selbst Druck in einem verschiedenen Grade hervorbringen, und einen Theil der Tastorgane an den andern andrücken können. Während wir auf der einen Seite uns unsers Wollens und des Grades der Anstrengung dabei bewußt sind, empfinden wir auf der andern Seite die Wirkung unsers Wollens, den Druck und Gegendruck in den gegeneinander gedrückten Organen unsers Tastsinns. Wo haben wir in einem andern unserer Sinnorgane ein ähnliches Vermögen, den Eindruck mit dem Sinnorgane selbst hervorzubringen, mit dem wir ihn empfinden, wo haben wir eine so vortreffliche Gelegenheit, uns des ursachlichen Zusammenhangs bewußt zu werden, als hier, wo wir uns bewußt werden der Anstrengung des Willens, wodurch unsere eine Hand von uns selbst gegen die andere Hand gedrückt wird, und wo wir den Druck in der gedrückten und den Gegendruck in der Hand, mit der wir selbst drücken, empfinden? Wie sehr ist in dieser Hinsicht das Vermögen

des Tastsinnes, wodurch wir Druck empfinden, verschieden von dem Vermögen desselben Sinnes, wodurch wir Wärme und Kälte empfinden. Um wie viel weniger anschaulich ist die Vorstellung von der Kraft, die wir durch die Empfindungen von Wärme nnd Kälte erhalten. Auch diese Empfindungen, die uns der Tastsinn verschafft, würden uns eine anschauliche Vorstellung von der Kraft geben, wenn wir durch eine Anstrengung unsers Willens Wärme und Kälte auf einem Theile unserer Haut entwickeln, und sie dann einem andern Theile des Tastorgans mittheilen könnten. Kraft ist die unbekannte Ursache derjenigen Wechselwirkung der Körper, die sich durch Bewegung oder durch Druck äußert, die aber für uns kein Phänomen ist, und von der wir daher nicht wissen, ob sie selbst beweglich sei. Der einzige Fall, wo wir von dieser unbekannten Ursache etwas mehr wissen, ist eben der, wo unser Wille die Ursache oder ein Theil der Ursache des Druckes ist, den wir fühlen. Denn wenn auch dieser Druck zum Theil von einem Mechanismus unsers Körpers erzeugt wird, so muß doch unser Wille diesem Mechanismus selbst den Anstoß dazu geben, ihn gleichsam auslösen.

Die Physiker und Chemiker prüfen die Instrumente, mit denen sie arbeiten, und bestimmen, wie weit sie sich auf dieselben verlassen können, sie prüfen z. B. die Waage, mit der sie wägen, die Physiologen und Anatomen prüfen ihr Mikroskop und wissen, wie viel Mal es vergrößert. Ebenso wichtig ist es für den Menschen, die ihm angeborenen Instrumente des Empfindens zu prüfen. Bei dem Tastsinne habe ich zuerst eine solche Prüfung unternommen. Um zu erörtern, wie genau wir verschiedene Grade des Drucks zu unterscheiden vermögen, kann man einem Beobachter, während er seine Augen wegwendet, 2 verschiedene Gewichte von gleicher Gestalt und gleich großer Oberfläche wiederholt auf den nämlichen Theil seiner Hand legen, erst das eine und dann, nachdem es wieder weggenommen worden, schnell darauf das andere, hierauf wieder das erstere und sofort, bis der Beobachter sich ein Urtheil gebildet hat, welches von beiden Gewichten das schwerere sei. Meine Versuche haben gelehrt, daß diese Methode vortheilhafter ist, als wenn man zwei verschiedene Gewichte gleichzeitig auf beide Hände legt. Denn zwei gleichzeitige Tastempfindungen lassen sich nicht so gut untereinander vergleichen als zwei aufeinanderfolgende. Eine Reihe von Versuchen hat bewiesen, daß man zwei Gewichte am allergenauesten vergleichen kann, wenn man sie successiv auf dieselben Theile von derselben Hand legt. Etwas weniger vortheilhaft ist es, wenn man das Gewicht zuerst auf die eine Hand legt, es wieder hinwegnimmt und hierauf das andere zu vergleichende Gewicht auf die andere Hand

legt. Am wenigsten vortheilhaft ist es, wenn man beide Gewichte gleichzeitig auf beide Hände legt. Denn die eine Empfindung stört die andere, indem sich beide Empfindungen vermischen, auf ähnliche Weise wie zwei gleichzeitige Töne, deren Abstand in der Tonleiter auch nicht so gut aufgefaßt werden kann als der von zwei ungleichzeitigen, von denen der eine bald auf den andern folgt. Noch weit mehr als beim Tast- und Gehörsinne findet diese Vermischung von zwei gleichzeitigen Empfindungen hinsichtlich der Geruchsempfindungen statt, denn man ist außerordentlich gehindert, zwei Gerüche zu vergleichen, wenn man zwei Riechfläschchen zugleich an beide Nasenlöcher hält.

Diese Vermischung gleichzeitiger Empfindungen ist ein interessantes Factum, aber eine noch interessantere Thatsache ist es, daß man eine Empfindung, die schon vergangen ist, und deren man sich nur erinnert, und die man sich also nur mit der Phantasie vergegenwärtigt, mit einer gegenwärtigen Empfindung so genau vergleichen kann. Dieses ist bei der oben angegebenen Methode, 2 Gewichte zu vergleichen, die sich unter allen als die vortheilhafteste bewährt hat, der Fall. Man sollte glauben, die Empfindung, die wir eben haben, der Druck, den wir empfinden, sei immer um so viel stärker als die Phantasievorstellung, die wir uns von dem Drucke machen, den wir vorher empfunden haben, daß sich beide Vorstellungen gar nicht vergleichen ließen; dies ist aber wie gesagt ganz und gar nicht der Fall. Ich habe bei verschiedenen Menschen Reihen von Experimenten darüber gemacht, in welchem Grade die Vergleichung zweier Empfindungen unvollkommener werde, wenn 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 und mehr Secunden vergehen, ehe die zweite Empfindung auf die erste folgt, mit der sie verglichen werden soll. Bei manchen Menschen wurde die Vergleichung schon nach 10 Secunden sehr unvollkommen. Bei größeren Gewichtsunterschieden kann mehr Zeit vergehen, ehe man verhindert wird, das schwerere Gewicht von dem leichteren zu unterscheiden, als bei sehr kleinen Gewichtsunterschieden. Mir gelang es, ein Gewicht von 14 Unzen oder sogar bisweilen ein Gewicht von 14½ Unzen noch von einem Gewichte von 15 Unzen zu unterscheiden, wenn zwischen der ersteren und der letzteren Empfindung 15 bis 30 Secunden vergangen waren. Sogar nach 35 Secunden gelang es mir, bisweilen noch das schwerere Gewicht vom leichteren zu unterscheiden, niemals aber, wenn 40 Secunden vergangen waren. Wenn der Gewichtsunterschied größer war, so konnten 60 bis 90 Secunden vergehen, ehe die zweite Empfindung der ersteren folgte, und dennoch konnte ich das schwerere Gewicht vom leichteren unterscheiden, z. B. wenn sich die Gewichte wie 4 zu 5

verhielten. Bei noch größeren Gewichtsunterschieden konnten sogar über 100 Secunden vergehen. Bei Gesichtsempfindungen machte ich ähnliche Erfahrungen. Ich hielt Menschen eine auf Papier mit Tinte gezeichnete schwarze Linie vor, und ließ, nachdem ich sie wieder weggenommen hatte, 30 Secunden oder sogar 70 Secunden vergehen, ehe ich eine zweite Linie vorzeigte, die sonst gleich, aber um $\frac{1}{11}$ länger war, und doch wurde die längere von der kürzeren noch unterschieden. Die Unterscheidung fiel aber, wenn 70 Secunden vergangen waren, so schwer, daß man wohl sah, daß die Unterscheidung nach 80 Secunden unmöglich gewesen sein würde. Wenn die Längen der Linien sich wie 20 : 21 verhielten und also um $\frac{1}{21}$ differirten, konnte die längere Linie von der kürzeren wohl noch nach 30 Secunden, nicht aber nach 40 Secunden unterschieden werden. Wenn sich die Längen der Linien wie 50 : $51\frac{1}{4}$ verhielten, wurde die längere Linie von der kürzeren nach 3 Secunden, nicht aber nach 5 oder 10 Secunden unterschieden. Man kann auf diese Weise messen und in Zahlen angeben, wie die Deutlichkeit der Erinnerung von Empfindungen von Secunde zu Secunde abnimmt. Da man so selten Gelegenheit hat, über solche geistige Vorgänge Messungen zu machen, so empfehle ich diese Versuche der Aufmerksamkeit der Psychologen.

Es ist sehr interessant für die Lehre vom Tastsinne und Gemeingefühle, daß wir außer den Tastorganen noch eine zweite Classe von Organen besitzen, welche uns von der Größe des auf unsern Körper wirkenden Drucks oder Zugs eine Vorstellung verschaffen: die unserm Willen gehorchenden Muskeln nebst den Nerven und deren Centralorganen. Aus dem Gefühle der Anstrengung derselben, wenn wir ein Gewicht heben und aus dem Gefühle der Anspannung derselben, wenn ein Gewicht an unsern erschlafften Gliedern zieht und dadurch die Muskeln dehnt, schließen wir auf die Größe eines auf uns wirkenden Gewichtes oder auf die Größe des Widerstandes, den wir bei der Bewegung unserer Glieder überwinden müssen. Es ist wichtig, zu untersuchen, was in dieser Hinsicht der Tastsinn der Haut allein leistet, wenn er nicht von den Muskeln unterstützt wird, und was die Muskeln allein leisten, wenn sie nicht durch den Tastsinn der Haut unterstützt werden, und endlich, wie diese Wahrnehmung der Gewichte vervollkommnet wird, wenn beide Hülfsmittel zugleich zu der Beobachtung benutzt werden.

In meinen früheren Untersuchungen über den Tastsinn wollte es mir nicht gelingen, eine Methode ausfindig zu machen, um zu bestimmen, was

hierbei die Muskeln allein leisten. Jetzt habe ich eine ganz einfache Methode gefunden, sowohl die Haut als auch die Muskeln einzeln zu prüfen.

Lassen wir dem Beobachter seine Hand so auf den Tisch legen, daß sie vollkommen unterstützt ist, und legen wir ihm nun, während er die Augen wegwendet, 2 verschiedene Gewichte abwechselnd auf die 2 letzten Glieder von 2 oder 3 bestimmten Fingern, sei es auf die Rückenfläche oder auf die Volarfläche derselben, und wechseln wir mit dem Wegnehmen und Auflegen eines jeden von diesen beiden Gewichten ab, bis er eine Vergleichung derselben angestellt hat, so beruht sein Urtheil, welches Gewicht schwerer sei, auf den Empfindungen, die ihm der Tastsinn der Haut verschafft. Denn da an den beiden letzten Gliedern der Finger gar keine Muskeln liegen und die Muskeln, die durch Sehnen aus der Entfernung auf diese Glieder wirken können, ruhen, so sind die Muskeln bei der entstehenden Empfindung gar nicht betheiligt, auch dadurch nicht, daß die Gewichte auf sie einen Druck ausübten.

Lassen wir dagegen den Beobachter mit der Hand die vereinigten Zipfel eines zusammengeschlagenen Tuches umfassen, in welchem ein Gewicht hängt, und dasselbe mit gestrecktem oder auch gekrümmtem Arme halten und geben wir ihm, nachdem wir ihm das Tuch aus der Hand genommen haben, ein zweites Tuch mit einem andern Gewichte in die Hand und wiederholen diese Operation, ohne daß er die Tücher sehen kann, so oft, bis er sich ein Urtheil darüber, welches Gewicht das schwerere sei, gebildet hat, so beruht dasselbe nur auf dem Gemeingefühle der Muskeln und nicht auf dem Tastsinne der Haut. Das von der Hand umfaßte Tuch reibt sich zwar an der Hand, übt aber auf sie keinen Druck aus. Faßt nun der Beobachter das Tuch etwas fester als nöthig ist, damit es nicht aus der Hand gleite, so kann er nicht einmal aus dem Drucke, den die Hand ausüben muß, damit das Tuch nicht aus derselben gleite, einen Schluß auf die Größe des Gewichts machen. Von 10 Personen, die zur Hälfte männlichen Geschlechts waren, welche 78 und 80 Unzen auf die beschriebene Weise in Tüchern durch Hebung der Gewichte verglichen, waren nur zwei, welche das schwerere Gewicht von dem leichteren nicht unterscheiden konnten, 7 von ihnen bestimmten bei 3 mit Jedem angestellten Versuchen jedesmal richtig, welches Gewicht schwerer sei. Bei einigen von ihnen wurden 4 bis 7 Versuche angestellt, und in allen diesen Fällen bestimmten sie das Gewicht richtig. Einer von den 10 Beobachtern bestimmte bei 8 mit ihm angestellten Versuchen sieben Mal richtig und ein Mal falsch. Man darf daher annehmen, daß wohl die Mehrzahl der Menschen auch ohne vorausgehende längere Uebung

durch das Gemeingefühl der Muskeln 2 Gewichte unterscheiden könne, die sich wie die Zahlen 39:40 verhalten.

Die Feinheit in der Schätzung der Gewichte, wenn dieselbe allein mittelst des Tastsinns der Haut ausgeführt wird, geht nicht ganz so weit. Nach meinen älteren Untersuchungen, die ich durch neuere Versuchsreihen bestätigt finde, unterscheidet man Gewichte, die sich wie die Zahlen $14\frac{1}{2}:15$ und also wie 29:30 verhalten, nur mit der größten Mühe, wenn die Gewichte successiv auf die nämlichen Glieder der auf dem Tische ruhenden Finger gelegt werden.

Verbindet man beide Methoden mit einander, so geht die Unterscheidung mindestens nicht weiter, als bei hinreichend großen Gewichten durch das successive Aufheben, und man kann daher nicht behaupten, daß beide Methoden vereinigt ein noch viel vortheilhafteres Resultat gäben, als die Prüfung hinreichend großer Gewichte durch Aufheben allein. Bei kleineren Gewichten aber scheint diese Verbindung beider Untersuchungsmethoden allerdings nützlich zu sein.

Will man Gewichte, die sich wie die Zahlen 29:30 verhalten und successiv auf die Finger gelegt werden, ihrer verschiedenen Schwere nach sicher unterscheiden, so muß man mehrere Vorsichtsmaaßregeln anwenden. Sie müssen in gleichem Grade warm oder von schlechten Wärmeleitern umgeben sein, denn kältere Metalle scheinen uns schwerer zu sein als wärmere,*) sie müssen immer auf den nämlichen Theil der Haut gelegt werden und müssen eine gleichgroße Grundfläche haben, mit der sie die Haut berühren, auch muß, wenn das eine Gewicht weggenommen wird, das andere schnell an dessen Stelle gelegt werden, und zwar ohne es plötzlich loszulassen.

Wir haben oben gesehen, daß der Ortsinn in der Zungenspitze mehr als 50 Mal feiner ist als auf der Mitte unsers Rückens, daß er an der Hohlhandseite der Fingerspitze 7 bis 8 Mal so fein ist als auf dem Rücken der Hand, 10 Mal so fein als auf der Stirn, 18 Mal so fein, als auf der Mitte des Unterarms, 20 bis 36 Mal so fein als an der Mitte des Oberarms, wenn er in querer Richtung berührt wird, und endlich etwa 50 Mal so fein als an der Mitte des Oberarms und des Oberschenkels, wenn sie der Länge nach berührt werden. Es fragt sich, ver-

*) Siehe E. H. Weber; De pulsu, resorptione, auditu et tactu annotationes anat. et physiol. Lipsiae 1834 p. 135 et 137. und in dieser Abhandlung Seite 512.

hält sich die Feinheit des Tastsinns, insofern sie uns fähig macht, kleine Unterschiede des auf unsere Haut ausgeübten Drucks wahrzunehmen und kleine Gewichtsunterschiede zu empfinden, in den verschiedenen Theilen der Haut auch so? Diese Frage ist bestimmt zu verneinen und dasselbe muß man, wie wir weiterhin sehen werden, auch von dem Vermögen, kleine Temperaturunterschiede zu empfinden, sagen.

Die feineren Grade des Druckes lassen sich zwar mit den Fingern etwas besser unterscheiden als mit der Haut des Unterarms, und auf dem Rücken des Menschen oder am Bauche ist dieses Vermögen wieder etwas unvollkommener als am Unterarme, aber diese Verschiedenheiten sind weit unbeträchtlicher als die Verschiedenheiten hinsichtlich der Feinheit des Ortsinns, denn die ganze Verschiedenheit ist etwa eine solche, daß die Feinheit des Tastsinns ungefähr nur = 6 ist auf der Mitte des Unterarms, wenn sie an den Fingern = 7 ist. Man kann bei dieser Vergleichung der Feinheit des Tastsinns auf eine doppelte Weise verfahren: erstens, *indem man gleichzeitig auf die Finger und auf die Stirn Gewichte legen läßt, wobei man dann bemerkt, daß das auf dem Unterarme liegende Gewicht leichter zu sein scheint, als das auf dem Finger liegende.* Ich habe in meinen über den Tastsinn geschriebenen Programmen zahlreiche Reihen von Versuchen hierüber mitgetheilt und, wie gesagt, gefunden, daß das Vermögen, den Druck eines Gewichts zu empfinden, und die Gewichtsunterschiede sehr genau wahrzunehmen, an den beiden letzten Gliedern der Finger sich nur wenig unterschied von diesem Vermögen der Haut in der Mitte des Unterarms. Wurden z. B. auf die Volarseite der 3 mittelsten Finger 5 Unzen, und auf die Mitte des Unterarms 4 Unzen gelegt, während diese Theile auf dem Tische ruheten, so empfand man auf dem Finger einen stärkeren Druck. Wurden aber auf die Finger 4 Unzen, und auf den Vorderarm 5 Unzen gelegt, so schien der Druck gleich zu sein und so blieb er auch gleich, bis endlich die Gewichte auf dem Unterarme so vermehrt waren, daß daselbst 7 Unzen lagen, während auf dem Finger immer nur noch 4 Unzen, denn nun erst war die Empfindung des Drucks am Unterarme entschieden größer. Es verhielt sich daher die Stärke des Gefühls an den Fingern und auf der Mitte des Unterarmes nahe wie 7 : 6, oder genauer ausgedrückt, wie 1,183 : 1, während die Vollkommenheit des Ortsinns an diesen Theilen sich ungefähr wie 9 : 1 verhielt, d. h. auf der Mitte der Finger 9 Mal größer war, als auf der Mitte des Unterarms. In meiner Schrift sind 15 Versuchsreihen enthalten, die an verschiedenen Theilen ausgeführt worden sind, und alle haben ein ähnliches Resultat gegeben.

Man kann nun aber auch zweitens die Vollkommenheit unsers Sinnes, den Druck zu empfinden, dadurch prüfen, daß man successiv auf die nämlichen Finger 2 Gewichte legt, die nur wenig verschieden sind, und beobachtet, einen wie kleinen Gewichtsunterschied man noch zu erkennen im Stande sei, und daß man dann dieselben Versuche auf der Mitte des Unterarms anstellt und untersucht, ob hier der Gewichtsunterschied größer sein muß, als auf dem Finger, damit er noch wahrgenommen werden könne. Aus diesen Versuchen, welche feiner und zuverlässiger sind als die vorher angegebenen, ergiebt sich, daß der nämliche Beobachter auf den Fingern noch das schwerere Gewicht von dem leichteren unterschied, wenn sich die Gewichte wie 20 : 19,2 verhielten, daß dagegen auf der Mitte des Unterarms ein so kleiner Gewichtsunterschied nicht erkannt wurde, sondern daß sich die Gewichte wenigstens wie 20 : 18,2 verhalten mußten, damit man das schwerere Gewicht vom leichteren unterscheide.

Ebenso wurden in dieser Hinsicht die Finger und die Stirn mit einander verglichen und gefunden, daß die auf die Stirn gelegten Gewichte sich wenigstens wie 20 : 18,7 verhalten mußten, damit das schwerere vom leichteren unterschieden werden könne, während auf den ruhenden Fingern Gewichte unterschieden wurden, die sich wie 20 : 19 oder sogar wie 30 : 29 verhielten.

Es ist schon oben gezeigt worden, daß darin kein Widerspruch liege, daß in den nämlichen Theilen, in welchen der Ortsinn in sehr verschiedenem Grade ausgebildet ist, das Vermögen, Gewichtsunterschiede wahrzunehmen, nicht sehr verschieden sei. Denn die Ausbildung des Ortsinns scheint auf besonderen Einrichtungen zu beruhen, die bei der Ausbildung des Vermögens, Gewichtsunterschiede zu empfinden, nicht erforderlich sind. Damit der Ortsinn sehr fein sei, ist erforderlich, daß auf einem Theile der Haut von bestimmter Größe sich viele elementare Nervenfäden in einer gewissen Ordnung endigen, dagegen ist, damit das Vermögen, Gewichtsunterschiede oder Temperaturunterschiede wahrzunehmen, gehörig entwickelt sei, nur nöthig, daß auf einer gleichgroßen Oberfläche der Haut viele empfindliche Punkte seien. Ob diese Punkte ihre Empfindlichkeit einem und demselben elementaren Nervenfaden, oder mehreren verschiedenen Nervenfäden verdanken, scheint keinen, oder wenigstens nur einen geringen Einfluß zu haben. Wenn auf denselben Nervenfaden an mehreren Orten Eindrücke gemacht werden, so scheint auch dadurch der Gesammteindruck auf den ganzen Faden größer zu werden.

III. Temperatursinn.

Die Empfindungen der Wärme und Kälte verhalten sich nicht wie die Empfindungen von Helligkeit und Dunkelheit, denn sie sind positive und negative Größen, zwischen welchen der Nullpunkt, der durch die Wärmequelle bestimmt wird, die wir in uns haben, liegt. Wenn die unsere Haut umgebenden und berührenden Körper eine solche Temperatur haben, daß die Temperatur unserer Haut, ungeachtet wir selbst eine Wärmequelle in uns haben, weder steigt noch sinkt, so scheinen uns dieselben weder warm noch kalt, bringen sie die Temperatur der Haut zum Steigen, so scheinen sie uns warm zu sein, für kalt dagegen erklären wir sie, wenn durch ihren Einfluß die Temperatur unserer Haut sinkt. Dagegen ist die absolute Finsterniß der Nullpunkt der Erleuchtung, und die verschiedenen Grade der Erleuchtung, von der Dunkelheit bis zur größten Helligkeit, sind also positive Größen.

Ein Thermometer zeigt die Temperatur des Queckſilbers in jedem Augenblicke an, es mag nun im Steigen oder Fallen sein oder nicht. Anders verhält sich's mit dem Tastsinne. Es scheint, als ob wir hier vielmehr den Act des Steigens oder Sinkens der Temperatur unserer Haut als den Grad wahrnehmen könnten, bis zu welchem die Temperatur gestiegen oder gesunken ist. Wir empfinden z. B. nicht, ob unsere Stirne oder unsere Hand wärmer ist, bis wir die Hand an die Stirn legen, wo wir dann oft zwischen beiden einen großen Unterschied wahrnehmen und zu manchen Zeiten die Hand, zu andern die Stirn wärmer finden. Legen wir die Hand an die Stirn, so bringt der kältere von diesen Theilen die Temperatur des wärmeren zum Sinken und umgekehrt, und dieses Sinken und Steigen der Temperatur in dem einen und in dem andern Theile empfinden wir. Unmittelbar ohne diese wechselseitige Einwirkung können wir die Temperaturen in den verschiedenen Theilen unserer Haut nicht vergleichen. Daher verwechseln wir auch ein schnelles Sinken und ein tiefes Sinken der Temperatur unserer Haut. Tauchen wir die eine Hand in mäßig kaltes Wasser unter, während wir die andere Hand wiederholt, aber nur auf einen Augenblick eintauchen, so glauben wir in der letzteren Hand die Empfindung eines höhern Kältegrades zu haben als in der ersteren, und doch sinkt die Temperatur in der Haut der ersteren Hand tiefer, als in der letzteren, da ihr in der Zeit, wo sie nicht eingetaucht ist, keine Wärme entzogen, vielmehr ein Theil der verlorenen Wärme durch die innere Wärmequelle ersetzt wird. Auf den ersten Anblick scheint folgender Versuch der vorgetragenen Ansicht zu widersprechen. Wenn man einen Theil

der Haut des Gesichts, z. B. die Stirn, mit einem + 2° R. kalten Metallstabe einige Zeit, z. B. 30 Secunden, in Berührung bringt und denselben dann entfernt, so fühlt man ungefähr 21 Secunden lang die Kälte in jenem Theile der Haut. Nach dem, was soeben mitgetheilt worden, hätte man glauben sollen, wir würden das Gefühl der Wärme haben, während ein erkälteter Theil der Haut wieder erwärmt würde. Ich vermuthe daher, daß in diesem letzteren Falle das Gefühl der Kälte nicht dadurch entsteht, daß die Nerven des erkälteten Hautstücks, sondern daß die Nerven der angrenzenden Haut, der nun von der erkälteten Haut Kälte mitgetheilt wird, die Empfindung der Kälte hervorbringen.

Die Einrichtungen, welche an den Enden der Tastnerven getroffen sein mögen, um die Einwirkungen der Wärme und Kälte auf dieselben zu vermitteln, kennen wir eben so wenig, wie die an irgend einem andern Sinnorgane. Hoffentlich werden wir sie aber in Zukunft durch fortgesetzte mikroskopische Studien kennen lernen. Es ist daher noch ungewiß, ob die nämlichen Einrichtungen, welche die Empfindungen des Drucks möglich machen, auch die Empfindungen von Wärme und Kälte vermitteln, oder ob für diese letzteren besondere Einrichtungen existiren. Unstreitig beruhen die letzteren darauf, daß das Volumen der Körper sich vergrößert, wenn ihre Temperatur steigt, und sich verkleinert, wenn sie sinkt. Diese Veränderung trifft, nach bekannten physikalischen Gesetzen, die tropfbaren Flüssigkeiten in einem viel höheren Grade, als die festen Substanzen. Die reichlich mit Flüssigkeit erfüllten, weichen und ausdehnbaren Zellen des Zellgewebes, welches die Gefühlswärzchen bildet, müssen wegen der größeren Menge tropfbarer Flüssigkeit, die sie enthalten, weit mehr durch Wärme sich auszudehnen, durch Kälte sich zusammen zu ziehen streben, als die trockene Oberhaut, welche die Hautwärzchen wie mit einer Scheide umgiebt. Man übersieht hiernach, daß durch Temperaturwechsel wohl zwischen den Hautwärzchen und ihren Scheiden Druck und Zug müsse entstehen können. Auf die Eigenschaft der tropfbarflüssigen Körper, vermöge der sie durch Temperaturänderungen eine größere Aenderung des Volumens erleiden als die festen Körper, lassen sich noch manche Hypothesen gründen, wie durch Druck oder Spannung Eindrücke auf die Nerven hervorgebracht werden können.

Als Fingerzeig für die weiteren Forschungen über diese Einrichtungen muß es betrachtet werden, daß, wie oben durch Versuche gezeigt worden ist, kalte Körper von gleichem Gewichte uns schwerer zu sein scheinen als warme, und daß also die Kälte ähnlich wie der Druck

zu wirken scheint, und bei der gleichzeitigen Empfindung beider damit verwechselt wird. Diese Erfahrung ist daher der Annahme günstig, daß auch die Empfindungen von Wärme und Kälte auf einem auf die Nerven ausgeübten Drucke und Zuge beruhen.

Aus dem Gesagten geht schon hervor, daß wir durch den Tastsinn die Temperatur der Körper oft nicht richtig wahrnehmen. Kalte Körper, welche zugleich gute Wärmeleiter sind, scheinen uns viel kälter zu sein als andere, die dieselbe Temperatur haben, aber schlechte Wärmeleiter sind. Ein kalter Holzstab scheint uns viel weniger kalt zu sein als ein gleichkalter Metallstab, Wasser scheint uns kälter zu sein als Oel, wenn auch beide genau gleich kalt sind, und ebenso verhält es sich mit den guten und schlechten Wärmeleitern, wenn sie wärmer sind als unser Blut. Die guten Wärmeleiter entziehen unserer Haut im ersteren Falle die Wärme schneller, und treten ihr im letztern Falle schneller Wärme ab. Ebenso scheinen uns warme Flüssigkeiten wärmer, kalte Flüssigkeiten kälter, wenn wir unsere eingetauchte Hand darinnen bewegen. Ist unsere Hand unbewegt, so nehmen die sie berührenden Theile der Flüssigkeit eine andere Temperatur an, die der Temperatur der Haut näher ist, bewegen wir aber die Hand, so reißen sich diese Flüssigkeitstheile von unserer Hand los, und so kommen immer neue Flüssigkeitstheile mit ihr in Berührung, die ihre Temperatur noch nicht geändert haben. Hierauf beruht auch die so oft nachtheilige Erkältung hervorbringende Wirkung des Luftzugs.

Ein zweiter Umstand, warum wir die Temperatur der Körper oft nicht richtig wahrnehmen, ist der, daß die Haut selbst nicht immer dieselbe Temperatur besitzt, z. B. wenn zu einem Theile der Haut weniger Blut fließt, oder bei einer längeren Einwirkung einer mäßigen Kälte die Haut selbst kälter wird. Es bildet sich dann allmälig ein neuer Gleichgewichtszustand, bei welchem die erkältete Lage der Haut endlich nur so viel Wärme herausläßt, als von innen her zugeführt wird. Körper, welche nun wärmer sind als die Haut, und ihr also Wärme abtreten, scheinen uns darum warm zu sein, sogar wenn sie eine niedrigere Temperatur haben als die ist, welche die Haut in der Regel zu haben pflegt, so daß sie uns im regelmäßigen Falle kalt erscheinen würden. Der Arzt muß daher, um die Temperatur seines Patienten richtig zu beurtheilen, dafür sorgen, daß seine Hände eine constante Temperatur besitzen.

Tauche ich meine Hand 1 Minute lang in Wasser von der Temperatur von + $12\frac{1}{2}^{0}$ C. und dann in Wasser von 18° C., so habe ich in dem letzteren einige Secunden lang das Gefühl der Wärme, hierauf aber stellt sich allmälig das Gefühl der Kälte ein, das so lange fortdauert, als die Hand einge-

taucht wird. Das Steigen der Temperatur unserer abgekühlten Haut bringt also das Gefühl von Wärme auch dann hervor, wenn die Temperatur, die dadurch entsteht, eine solche ist, daß sie noch immer als Kälte empfunden werden sollte. Aber dieses Gefühl der Wärme dauert nur so lange fort, als das Steigen der Temperatur, nachher empfindet man Kälte, weil der Haut vom Wasser mehr Wärme entzogen, als von innen her zugeführt wird.

Wasser, dessen Temperatur 35° C. (28° R.) beträgt, und das folglich um $2\frac{1}{2}$° C. (2° R.) kälter ist als das Blut, das ich hier zu 37°,5 C. oder 30° R. annehmen will, erzeugt die Empfindung der Wärme, wenn unsere Hand, wie gewöhnlich in der Stubentemperatur, minder warm ist und nicht lange eingetaucht wird. Bleibt aber die Hand einige Zeit eingetaucht, so entsteht das Gefühl einer schwachen Kälte. Vom Anfange wird ihr vom Wasser Wärme mitgetheilt, ist nun aber die Temperatur der Haut an der Hand durch die Erwärmung von innen und von außen her gestiegen, so bringt die Bewegung der Hand in diesem Wasser eine Abkühlung der Haut hervor, die die Empfindung einer schwachen Kälte hervorruft.

Wasser, welches eine Temperatur von 36°,2 C. (29° R.) hat, verursacht in der eingetauchten Hand stets das Gefühl der Wärme. Zwar ist diese Temperatur etwas niedriger als die des Bluts, dennoch aber scheint sie eine Zunahme der Temperatur der Haut zu bewirken, vermuthlich weil die Haut, wenn sie mit einer so warmen Flüssigkeit in Berührung ist, nicht so viel Wärme nach außen hin absetzt, als durch die innere Wärmequelle erzeugt wird.

Das Vermögen, Wärme und Kälte zu empfinden, ist nicht in allen Theilen der Haut in gleicher Vollkommenheit vorhanden, aber die Verschiedenheit, welche in dieser Hinsicht statt findet, ist, wie schon oben bemerkt worden, viel geringer als die der Feinheit des Ortsinns. Man darf die Eigenthümlichkeit, daß wir in manchen Theilen die Einwirkung der Temperatur der uns berührenden Körper viel *schneller* empfinden als in andern, nicht mit der *Feinheit* verwechseln, mit welcher wir vorzugsweise durch manche Theile der Haut schon sehr kleine Temperaturunterschiede wahrnehmen. Die erstere Eigenschaft beruht darauf, daß die Oberhaut dünner ist. Denn die Oberhaut ist selbst unempfindlich und ein sehr schlechter Wärmeleiter. Je dicker sie daher ist, desto länger dauert es, bis die Kälte oder Wärme zu den empfindlichen Theilen des Tastorgans eindringt, und desto mehr sind die Tastorgane fähig, mit heißen Körpern in Berührung zu kommen, ohne daß ein brennender Schmerz entsteht. Man

hat eine ſehr gute Gelegenheit die Verſchiedenheiten, die in der Wärme- und Kälteempfindung aus dieſen beiden Urſachen entſtehen, zu unterſcheiden, wenn man zugleich beide Hände in ein tiefes Gefäß mit kaltem oder warmen Waſſer ſo eintaucht, daß die Hohlhandflächen einander zugekehrt ſind, ohne einander zu berühren. Iſt z. B. die Temperatur des Waſſers + 1°,2 C. (+ 1° R.) oder + 2°,5 C. (+ 2° R.), ſo empfindet man anfangs die Kälte ſtärker am Rücken beider Hände, als an der Hohlhand, weil die Oberhaut am Rücken der Hände viel dünner iſt. Nach 8 Secunden ungefähr fängt aber die Empfindung der Kälte an, in der Hohlhand überwiegend zu werden und dieſelbe wächſt in dem Maaße, daß es bald ganz unzweifelhaft iſt, daß daſſelbe Waſſer in der Hohlhand eine beträchtlich ſtärkere Kälteempfindung hervorruft, als auf dem Rücken derſelben. Daſſelbe zeigt ſich, wenn man warmes Waſſer anwendet, hinſichtlich der Empfindung der Wärme. Vielleicht iſt die von mir gemachte Beobachtung, daß Wärme und Kälte auf die linke Hand einen etwas ſtärkeren Eindruck als auf die rechte Hand mache, eben dadurch zu erklären, daß die Oberhaut an der linken Hand etwas dünner iſt als an der rechten. Es iſt daher wohl gewiß, daß, ſo wie der Ortſinn in der Hohlhand mehr entwickelt iſt als auf dem Rücken der Hand, auch der Wärmeſinn daſelbſt vollkommner ſei. Aber eben ſo gewiß iſt es auch, daß dieſe letztere Verſchiedenheit nur gering ſei im Verhältniſſe zu der großen, die hinſichtlich der Vollkommenheit des Ortſinnes zwiſchen der Hohlhandſeite und Rückenſeite der Hand gefunden wird. Die Urſache hiervon ſcheint auch hier darin zu liegen, daß die Feinheit des Temperaturſinns zahlreiche für die Wärme empfindliche Punkte erfordert, daß es aber nicht nöthig iſt, daß in jedem empfindlichen Punkte ein beſonderer elementarer Nervenfaden endige, ſondern daß es hinreicht, wenn derſelbe elementare Nervenfaden dadurch, daß er ſich in Aeſte theilt oder vielfach hin- und herbeugt, viele Punkte der Haut empfindlich macht, während dagegen die Feinheit des Ortſinns darauf beruht, daß viele elementare Nervenfäden in einer beſtimmten Ordnung nebeneinander in der Haut endigen.*)

Es iſt ſehr intereſſant, daß auch die Größe des Stücks der Haut, welches gleichzeitig von einem warmen oder

*) Die Entdeckung der Theilung der elementaren Nervenfäden in mehrere Aeſte in der Nähe ihrer peripheriſchen Endigung, widerſpricht der von mir vorgetragenen Lehre nicht, daß durch einen elementaren Nervenfaden ein beſtimmter Theil des Taſtorgans mit einem beſtimmten Theile des Gehirns mittelſt eines einzigen Nervenfadens in Verbindung gebracht werde, wenn ſich, wie es ſcheint, jene Aeſte neben einander in der Haut endigen.

kalten Körper afficirt wird, einen Einfluß auf die Empfindung der Wärme hat. Wenn man in dieselbe warme oder kalte Flüssigkeit den Zeigefinger der einen Hand und die ganze andere Hand gleichzeitig eintaucht, so ist die Empfindung in beiden Gliedern nicht dieselbe, sondern in der ganzen Hand heftiger. Diese größere Stärke des Eindrucks, die daher rührt, daß gleichzeitig derselbe Eindruck auf viel mehr empfindliche Punkte gemacht wird, verwechselt man mit derjenigen Stärke des Eindrucks, die unter andern Umständen dadurch entsteht, daß die Flüssigkeit eine höhere oder eine niedere Temperatur hat. Es fühlt sich daher kaltes Wasser mit der ganzen Hand kälter, warmes Wasser mit derselben wärmer an, als mit einem einzelnen Finger, ungeachtet man doch weiß, daß man beide Glieder in dasselbe Wasser eintaucht. Weiß man das nicht, indem man die beiden Glieder in Gefäße mit Wasser eintaucht, deren Temperatur man nicht kennt, so wird man verleitet Wasser, welches + 29½° R. warm ist, und in das man die ganze Hand eintaucht, für wärmer zu halten als Wasser, das + 32° R. warm ist, und in das man nur einen Finger eintaucht, und in dieselbe Täuschung wird man versetzt, wenn man Wasser von + 17° und + 19° R. auf dieselbe Weise untersucht, wo uns dann das Wasser, welches eine Temperatur von + 19° R. hat, und in das wir die ganze Hand eintauchen, kälter zu sein scheint als das andere, ungeachtet dasselbe um 2° R. wärmer ist. Es scheinen sich demnach die durch viele empfindliche Punkte aufgenommenen Temperatureindrücke im Gehirn, wohin sie fortgepflanzt werden, zu summiren und einen Gesammteindruck hervorzubringen. Dieses ist auch, wie wir später zeigen werden, der Fall, wenn durch Wärme- oder Kälteeindrücke Schmerz erzeugt wird, und zwar nicht dadurch, daß die Wärme oder Kälte einen zu hohen Grad erreichen, sondern dadurch, daß die Wärme- und Kälteeindrücke auf eine sehr große Strecke der Haut gemacht werden. Diese Summirung der Eindrücke, wodurch ein größerer und sogar schmerzhafter Gesammteindruck entstehen kann, gehört mit zu den Erscheinungen, welche es wahrscheinlich machen, daß das Gehirn der Ort ist, wo die in den Nerven angeregten Bewegungen zu unserm Bewußtsein kommen. Je näher die Hautstellen einander liegen, auf welche die Eindrücke gleichzeitig gemacht werden, und vermuthlich also auch, je näher einander die Theile des Gehirns liegen, zu welchen die Eindrücke fortgepflanzt werden, desto leichter fließen die Empfindungen in eine zusammen, je entfernter sie aber von einander sind, desto weniger ist es der Fall.

Wenn wir in zwei nebeneinander stehende Gefäße mit Wasser von verschiedener Temperatur gleichzeitig zwei Finger derselben Hand, z. B. den Daumen und den Zeigefinger, eintauchen, so vereinigen sich zwar die beiden Eindrücke nicht zu einem einzigen, aber wir werden durch die nahe Nachbarschaft sehr in der Vergleichung der beiden Temperaturen gestört. Schon weniger gestört werden wir, wenn wir in beide Gefäße gleichzeitig die Daumen beider Hände eintauchen. Indessen findet auch dann noch einige Störung statt, und viel vollkommener führen wir daher die Vergleichung zweier Temperaturen aus, wenn wir die beiden Daumen abwechselnd in die beiden Gefäße eintauchen, und am allervollkommensten gelingt uns die Vergleichung, wenn wir denselben Finger oder dieselbe Hand bald in das eine bald in das andere Gefäß eintauchen. Unter diesen Umständen kann man bei großer Aufmerksamkeit mit der ganzen Hand noch die Verschiedenheit zweier Temperaturen entdecken, die nur $\frac{1}{5}$ oder sogar $\frac{1}{6}$ eines Grads der Reaumur'schen Scala beträgt.

Den Unterschied von $\frac{2}{5}$ eines Grads nehmen die meisten Menschen mit Sicherheit wahr. Man könnte glauben, daß die Wahrnehmung einer so geringen Differenz nur bei Temperaturen gelingen würde, welche der Blutwärme sehr nahe sind. Ich muß aber bemerken, daß ich nicht gefunden habe, daß größere Differenzen erforderlich seien, um 2 Temperaturen, wenn sie $+ 14^{\circ}$ R. nahe liegen, von einander zu unterscheiden, als wenn sie der Blutwärme nahe sind.

Es ist, wie schon oben bemerkt worden ist, sehr schwer zu unterscheiden, ob man die Differenz der Temperaturen zweier Körper an einem Theile der Haut deswegen deutlicher unterscheidet als an einem andern, weil die Hautempfindlichkeit größer oder die Oberhaut dünner ist. Indessen verdient es immer die Aufmerksamkeit der Physiologen, daß die von beiden Umständen abhängende Empfindlichkeit für Temperaturveränderungen sogar an sehr nahe nebeneinander gelegenen Theilen der Haut sehr verschieden ist, und daß also Theile der Haut, welche für Temperatureindrücke empfindlicher sind, mit solchen abwechseln, die dagegen unempfindlicher sind. Wenn man Körper, die eine ziemlich constante Temperatur haben, mit verschiedenen Theilen der Haut abwechselnd in Berührung bringt, so bemerkt man, daß die Empfindung, die dadurch erregt wird, in gewissen Theilen der Haut viel lebhafter ist als in andern. Um zu solchen Versuchen dem Körper, welcher die Haut berührt, eine bestimmte und gleiche Temperatur zu geben, füllte ich zwei sehr längliche

Glasphiolen mit Oel, und brachte in dieselben Thermometer ein, welche durch durchbohrte Stöpsel gingen. Wenn ich nun diese Phiolen im Wasser erwärmte oder erkältete, und hierauf abwischte, so zeigten dann die Thermometer ihre Temperatur an. Noch vortheilhafter würde es vielleicht gewesen sein, statt des Oels Queckſilber zu nehmen. Die Haut im Gesicht scheint die Haut an allen andern Theilen an Feinheit des Temperatursinns zu übertreffen. Vorzüglich zeichnen sich die Augenlider und die Backen durch ihre Empfindlichkeit für Wärme und Kälte aus. Die Lippen, welche einen viel feinern Ortsinn haben als diese Theile, stehen ihnen in dieser feinen Empfindlichkeit für Wärme und Kälte nach. Der Ortsinn ist, wie wir oben gesagt haben, in dem mittelsten Theile der Oberlippe am feinsten, und nimmt nach außen und noch mehr nach den Backen hin mehr und mehr ab, die Empfindlichkeit für Wärme und Kälte dagegen ist in den Seitentheilen der Oberlippe größer, auf den Backen am größten, und auf der Mitte der Oberlippe geringer. Um diese Versuche mit einem Körper zu wiederholen, der eine kleine Oberfläche hat, nahm ich einen sehr großen und schweren Thorschlüssel, der einen soliden Cylinder und einen sehr großen schweren Bart hatte, und tauchte ihn in eine große Menge Queckſilber von bestimmter Temperatur, oder ich legte ihn hinreichend lange auf eine sehr kalte Steinplatte vor das Fenster, wo ein Thermometer die Temperatur anzeigte. Nachdem der Schlüssel die Temperatur der Steinplatte angenommen hatte, berührte ich mit dem abgerundeten Ende seines Cylinders abwechselnd und wiederholt 2 Theile der Haut, die ich hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit für Wärme und Kälte unter einander vergleichen wollte. Ich kam auf diese Weise nicht nur zu demselben Resultate, wie mit den Phiolen, sondern konnte auch noch kleinere Theile der Haut untereinander vergleichen. Durch diese Versuche findet man, daß die Augenlider am äußern und innern Augenwinkel empfindlicher sind als in der Mitte, und daß die Zungenspitze zu den empfindlichsten Theilen gehört. Das Empfindungsvermögen für Temperaturänderungen ist nach den Versuchen, die ich an mir selbst angestellt habe, im Gesichte viel größer als am Halse. Die Haut in der mittleren, beide Seitenhälften scheidenden, Ebene des Gesichts, der Brust, des Bauchs und des Rückens, ist mit einer geringeren Empfindlichkeit für Temperaturveränderungen ausgestattet, als die Theile, welche mehr seitwärts liegen. So ist die Empfindung für Temperaturveränderung an der Nasenspitze viel stumpfer als an der Seite der Nasenspitze, sie nimmt am Nasenflügel sehr zu, und ist am untern Rande des äußern Theiles des Nasenflügels am größten. Sie ist an den Backen und dicht vor dem Tragus des Ohrs viel lebhafter als an den

Lippen, über dem untern Rande der Kinnlade viel lebhafter als am Kinne, in der Schläfengegend über dem Jochbogen lebhafter als an der Mitte der Stirn, über der Glabella. Sehr merkwürdig ist die Stumpfheit der innern Haut der Nase für die Empfindungen von Wärme und Kälte, verglichen mit der großen Erregbarkeit, welche die Haut des Gehörgangs für solche Eindrücke zeigt.

Auch am Rumpfe und an den Extremitäten zeigt sich ein verschiedener Grad von Feinheit der Empfindung von Wärme und Kälte, der theils von der größern Dünnheit der Oberhaut, theils von der Organisation des empfindlichen Theils der Haut abhängen mag. So zeigt z. B. bei mir der Anfang des ersten Gliedes des Zeigefingers in der Hohlhand, bis zu welchem die Spalte zwischen den Fingern nicht reicht, eine größere Empfindlichkeit für Wärme und Kälte, als der nämliche Theil am dritten, vierten und fünften Finger. Der Ballen des Daumens zeigt eine größere Empfindlichkeit, als der Ballen des kleinen Fingers, die Gegend des Ellenbogens am Olecranon zeigt eine größere Empfindlichkeit, als die Haut auf der Mitte des Biceps oder des Triceps, die Gegend des Trochanter major zeigt eine größere Empfindlichkeit als die Mitte der Gegend der Crista ilei. Wenn auch diese Bemerkungen vor der Hand noch keine nützliche Anwendung gestatten, so können sie doch vielleicht später dazu dienen, die mikroskopischen Tastorgane für Temperaturempfindungen aufsuchen, und dieselben von den Tastorganen für den Ortsinn und vielleicht auch für den Drucksinn unterscheiden zu lernen. An den Theilen der Haut, welche eine große Empfindlichkeit für Wärme und Kälte zeigen, entsteht auch durch die Berührung sehr warmer und sehr kalter Körper schneller Schmerz, als in den unempfindlicheren Theilen derselben, wenn es die Dicke der Oberhaut nicht hindert. Davon wird in der Lehre vom Gemeingefühle die Rede sein.

Entstehen zwei Empfindungen, wenn sich zwei Tastorgane berühren?

Wir können zwei Theile unserer Haut mit einander in Berührung bringen und dadurch bewirken, daß der eine auf den andern durch Druck, Wärme oder Kälte einen Eindruck macht. Dieses ist bei andern Sinnorganen nicht möglich, denn wir können z. B. nicht mit dem einen Auge uns in das andere Auge sehen. Es fragt sich nun, ob hierbei beide Eindrücke, die wir in den sich berührenden Tastorganen gleichzeitig empfangen, untereinander zu einer einzigen Empfindung verschmelzen, oder ob sie

getrennt bleiben, und ob wir es in dem letztern Falle durch die Beherrschung und absichtliche Richtung unserer Aufmerksamkeit selbst bestimmen können, welcher von beiden Eindrücken zum Bewußtsein kommen solle, oder welche andere Umstände bewirken, daß der eine oder der andere Eindruck zum Bewußtsein komme.

Die von mir gemachten Versuche beweisen, daß die Eindrücke nicht zu einer Empfindung verschmelzen. Bringen wir z. B. ein kälteres Glied mit einem wärmeren in Berührung, so empfinden wir nicht die mittlere Temperatur, sondern unter manchen Umständen Kälte, unter andern Wärme, und bisweilen abwechselnd Kälte und Wärme. Wenn die Empfindung der Wärme und Kälte schnell abwechselt, so gelangen wir zu der Vorstellung, daß etwas Warmes und Kaltes nebeneinander oder hintereinander liege, aber wir sind nicht im Stande, die Empfindungen der Wärme und Kälte in eine verschmolzen uns vorzustellen, etwa wie wir uns einen höhern und einen tiefern Ton vorstellen, indem wir sie im Verhältnisse einer Tertie auffassen.

Welcher von den beiden Eindrücken aber zum Bewußtsein gelange, hängt nur in einem sehr geringen Grade von der Richtung unserer Aufmerksamkeit ab. In der Regel sind es andere Umstände, die es bestimmen. Berührt man mit der ausgebreiteten Hand, die vorher längere Zeit geschlossen war und dadurch eine höhere, der Blutwärme näherstehende, Temperatur angenommen hatte, kurze Zeit die Stirn, so empfindet man mit der Stirn die Wärme der Hand, nicht mit der Hand die Kälte der Stirn. Achtet man aber bei dieser Berührung darauf, welches Object man fühlt, so findet man, daß man mit der Hand die Stirn als Object fühlt, keineswegs mit der Stirn die Hand. Dieser unerwartete Erfolg, welcher einen Widerspruch zu enthalten scheint, ist auf folgende Weise zu erklären. Die Stirn hat eine dünnere Oberhaut als die Hohlhand, und die Wärme der Hohlhand dringt daher schneller zu der mit dem Tastsinne begabten Lage der Haut an der Stirn ein als in der Hohlhand, und auf diese schneller entstehende und stärkere Temperaturempfindung richtet sich die Aufmerksamkeit, dagegen ist die Hohlhand mit einem mehr ausgebildeten Ortsinne begabt als die Stirn und die Aufmerksamkeit richtet sich daher, wenn wir auf den Druck aufmerken, den wir empfinden, auf die Hand, in welcher die Druckempfindungen stärker und bestimmter entstehen. Hierzu kommt, daß wir unter übrigens gleichen Umständen unsere Aufmerksamkeit auf das Glied richten, welches wir bewegen, und daß wir daher, wenn alle anderen Verhältnisse gleich sind, mit dem durch unsern Willen bewegten Gliede immer das unbewegte als ein Object empfinden. Beide Umstände kommen bei jener

Beobachtung an der Stirn zusammen, und bewirken, daß man mit der Hohlhand die Stirn als Object fühlt. Man kann zwar durch die Richtung der Aufmerksamkeit allmälig bewirken, daß man die ausgespreizten Finger an der Stirn fühlt, allein es gelingt das kaum in einem höhern Grade, als wenn man seine ausgespreizte Hand auf einen kühlen Tisch legt, wo man auch die Gestalt und Lage der einzelnen Finger am Tische deutlicher fühlt, als wenn dieselben nur mit der Luft in Berührung sind. Es beruht diese genauere Unterscheidung der Finger auf dem Gedanken, daß den empfundenen Theilen des Tisches empfindende Theile der Hand gegenüber liegen müssen.

Bei den geringen Temperaturverschiedenheiten, von welchen bis jetzt die Rede gewesen ist, empfindet man nicht mit dem wärmeren Theile besser als mit dem kälteren oder umgekehrt. Ist die eine Hand nur ein Wenig wärmer, die andere nur ein Wenig kälter als die Stirn, so empfinden wir, wenn wir die wärmere Hand an die Stirn legen, Wärme, und wenn wir die kältere Hand an die Stirn legen, Kälte, d. h. also, wir empfinden jedes Mal mit der Stirn die Temperatur der Hand.

Anders verhält sich's, wenn wir der Stirn künstlich eine beträchtlich kältere oder wärmere Temperatur mittheilen, z. B. wenn wir die Stirn mit einem Handtuche oder einem andern Körper in Berührung bringen, welche die Zimmertemperatur, z. B. 18° C. haben und dadurch abkühlen, daß wir sie mit andern und andern kühlen Theilen der Körper in Berührung bringen. Breiten wir nun die warme, geschlossen gewesene Hand aus und legen sie an die Stirn, so empfinden wir zuerst Kälte und dann Wärme, und endlich scheinen uns manche Theile der sich berührenden Glieder kalt und manche warm zu sein. Unter diesen Umständen empfinden wir also zuerst mit der warmen Hand die kühle Temperatur der Stirn, die wir künstlich hervorgebracht haben. Macht man denselben Versuch mit Theilen, die sich in aller andern Rücksicht ganz gleich sind, z. B. mit beiden Händen, die man mit ihrer Volarseite aneinander legt, nachdem man die eine durch Berührung mit einem 18° C. kalten Tische oder mit Wäsche von derselben Temperatur abgekühlt, die andere dadurch, daß sie geschlossen war, erwärmt hat, so empfindet man auch zuerst die ungewöhnliche Temperatur, die Kälte, hierauf aber auch die Wärme und dann auch wohl Theile der sich berührenden Glieder, von welchen manche warm, andere kalt erscheinen.

Taucht man die eine Hand einige Zeit in kaltes Wasser von 17° C. ein, trocknet sie dann ab und umfaßt damit den Rücken der andern Hand, welche ihre gewöhnliche Temperatur hat, so empfindet man diese wärmere Hand

als ein Object, das uns aber kalt zu sein scheint. Die Hohlhand hat nämlich einen feineren Ortsinn als der Rücken der Hand. Daher empfinden wir mit derselben den Rücken der wärmeren Hand als ein Object. Der Rücken der wärmeren Hand hat nun aber eine viel dünnere Oberhaut als die Hohlhand, und die Kälte bringt daher in ihn schneller ein, als die Wärme in diese. Daher fühlen wir die entstehende Temperaturveränderung mittelst des Handrückens, glauben sie aber mit der Hohlhand zu fühlen.

Taucht man eine Hand in warmes Wasser, und legt nun beide Hände an einander, so fühlt man die Wärme der eingetaucht gewesenen Hand mit der andern Hand. Bringt man eine Hand, die ihre gewöhnliche Temperatur hat, an die abgekühlte Stirn, so empfindet man die Kälte der Stirn. Man empfindet daher immer den Temperaturzustand der Haut, der künstlich hervorgebracht worden ist, mit dem Gliede, das seine gewöhnliche Temperatur hat. Es versteht sich von selbst, daß hierbei vermieden werden muß, eine starke Erwärmung oder Erkältung herbeizuführen, welche, wie wir oben gesehen haben, das Empfindungsvermögen aufhebt oder schwächt, denn in einem solchen Falle erweckt der erwärmte oder erkältete Theil nur Empfindung in dem ihn berührenden Gliede und ist selbst unvermögend, Temperatureindrücke aufzunehmen. Ungeachtet die Empfindung der Wärme mit der der Kälte bei den erwähnten Versuchen nicht zu der Empfindung einer mittleren Temperatur verschmilzt, so verursacht doch das gleichzeitige Vorhandensein von zwei entgegengesetzten Empfindungen eine beträchtliche Störung, und die Empfindung der Kälte oder Wärme ist daher viel deutlicher und bestimmter, wenn ein Anderer seine Hand an unsere Stirn legt, als wenn wir die Stirn mit unserer eigenen Hand berühren. Wenn ein Anderer seine Hand an unsere Stirn legt, so empfinden wir nicht nur die Temperatur der fremden Hand deutlich, sondern wir empfinden auch dieselbe als ein Object. Diese Versuche überzeugen uns übrigens, daß unsere Macht, unsere Aufmerksamkeit zu beherrschen und sie auf die Empfindungen zu richten, welche wir beobachten wollen, doch mehr beschränkt ist, als man gewöhnlich glaubt.

Volkmann hat schon die interessante Bemerkung gemacht, daß wir beim Sehen hinsichtlich der Richtung unserer Aufmerksamkeit auf diesen oder jenen sichtbaren Gegenstand gar sehr unterstützt werden durch physiologische Hülfsmittel, und hat sogar für zweifelhaft gehalten, ob unser Wille ohne eine solche Unterstützung die Aufmerksamkeit in unserm Körper herumführen könne. In der That ist es unserer Seele durch den Bau des Auges sehr leicht gemacht, mittelbar ihre Aufmerksamkeit bei der Betrachtung der in den Gesichtskreis fallenden Dinge zu beherrschen und zu führen.

Da nämlich nur ein sehr kleiner Theil der Retina, der etwa $\frac{1}{3}$ Linie oder höchstens $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser hat, so organisirt ist, daß wir die Gegenstände, die sich darauf abbilden, hinreichend scharf sehen können und da auch wieder nur das Centrum von diesem Theile das schärfste Sehen möglich macht, so bewegen wir die Augen so, daß der Gegenstand, auf den wir unsere Aufmerksamkeit richten wollen, sich auf diesem empfindlichsten Theile der Nervenhaut abbildet. Wären alle auf unserer Nervenhaut gleichzeitig abgebildeten Gegenstände fast gleich deutlich, was der Fall sein würde, wenn alle Theile der Nervenhaut gleich empfindlich wären, so würde es unstreitig einer großen geistigen Anstrengung bedürfen, um die Aufmerksamkeit von gewissen fast gleichstarken und vollkommenen Empfindungen abzulenken und sie auf andre hinzulenken. Viel leichter ist es uns, das Auge oder den Kopf zu bewegen und herumzuführen und dadurch zu bewirken, daß nur derjenige Gegenstand einen lebhaften und vollkommenen Eindruck auf das Auge mache, den wir eben sehen wollen, und dieser Eindruck wird noch stärker, wenn wir beide Augen auf denselben Gegenstand richten, so daß sich die verlängerten Augenaxen in ihm schneiden.

Ein anderes physiologisches Hülfsmittel liegt, wie auch schon Volkmann gezeigt hat, in dem Vermögen, unser Auge verschiedenen Entfernungen anpassen zu können, denn dadurch können wir bewirken, daß bald der nähere, bald der entferntere Gegenstand scharf und bestimmt gesehen wird. Wir können sogar unbestimmt gleichsam ins Blaue hinaus sehen und also bewirken, daß wir das nicht einmal deutlich sehen, was vor Augen liegt. Wir stellen dann unser Auge für diejenige Entfernung nicht ein, in welcher die sichtbaren Dinge liegen, sondern für eine andere, in welcher nichts zu sehen ist. Dieses ist bei den Menschen der Fall, von denen man sagt: sie seien in Gedanken, sie träumten wachend. Indessen bin ich weit entfernt, dem Menschen das Vermögen abzusprechen, seine Aufmerksamkeit auch unmittelbar zu lenken. So beweist z. B. der Versuch, wo wir die seitwärts vom Auge gehaltene Hand sehen, wenn wir bei unverwandt vorwärts sehendem Auge unsere Aufmerksamkeit auf den seitlichen Gegenstand richten, dieses Vermögen.

Ueber die kleinsten Verschiedenheiten der Gewichte, die wir mit dem Tastsinne, der Länge der Linien, die wir mit dem Gesichte und der Töne, die wir mit dem Gehör unterscheiden können.

Die kleinste Verschiedenheit zweier Gewichte, die wir noch mittelst des Gefühls der Anstrengung unserer Muskeln unterscheiden können,

ſcheint nach meinen Verſuchen die zu ſein, wenn die beiden Gewichte ſich ungefähr verhalten wie 39 zu 40, d. h. wenn das eine ungefähr um $\frac{1}{40}$ ſchwerer iſt, als das andere. (Siehe oben pag. 89.) Mittelſt des Gefühls vom Drucke, den die beiden Gewichte auf unſere Haut ausüben, können wir nur noch einen Gewichtsunterſchied entdecken, der $\frac{1}{30}$ beträgt, ſo daß ſich alſo die Gewichte verhalten wie 29 zu 30.

Wenn man eine Linie nach der andern anſieht, ſo kann Jemand, der ein ſehr ausgezeichnetes Augenmaaß beſitzt, nach meinen Verſuchen noch einen Unterſchied entdecken zwiſchen 2 Linien, deren Längen ſich ungefähr wie 50 : 51, oder ſogar wie 100 : 101 verhalten. Menſchen, welche ein weniger feines Augenmaaß haben, unterſcheiden Linien, die um $\frac{1}{25}$ ihrer Länge von einander verſchieden ſind. Die kleinſte Verſchiedenheit der Höhe zweier Töne, (die nahe in Uniſono ſind) welche ein Künſtler noch wahrnimmt, wenn er einen Ton nach dem andern hört, iſt nach Delezenne*) $\frac{1}{4}$ Komma ($\frac{81}{80}$) $\frac{1}{4}$. Ein Liebhaber der Muſik unterſcheidet nach ihm nur etwa $\frac{1}{2}$ Komma ($\frac{81}{80}$) $\frac{1}{2}$. Werden die Töne gleichzeitig gehört, ſo kann man ſo geringe Tonunterſchiede nach Delezenne's Verſuchen nicht wahrnehmen. $\frac{1}{4}$ Komma iſt nahe das Verhältniß von 321 : 322, $\frac{1}{2}$ Komma aber iſt nahe das Verhältniß von 160 : 161.

Ich habe gezeigt, daß der Erfolg bei den Gewichtsbeſtimmungen derſelbe iſt, man mag Unzen oder Lothe nehmen, denn es kommt nicht auf die Zahl der Grane an, die das Uebergewicht bilden, ſondern darauf, ob das Uebergewicht den 30ſten oder den 50ſten Theil des Gewichtes ausmacht, welches mit einem zweiten Gewichte verglichen wird. Ebenſo verhält es ſich bei der Vergleichung der Länge von zwei Linien und der Höhe zweier Töne. Es macht keinen Unterſchied, ob man Linien vergleicht, die ungefähr 2 Zoll oder die 1 Zoll lang ſind, wenn man erſt die eine und dann die andere betrachtet und nicht beide zugleich nebeneinander ſehen kann, und doch iſt das Stück, um welches die eine Linie die andere überragt, im erſteren Falle noch einmal ſo groß als im letzteren. Freilich, wenn beide Linien nahe neben einander und einander parallel ſind, ſo vergleicht man nur die Enden der Linien und unterſucht, um wie viel die eine Linie die andere überragt, und hierbei kommt es dann nur darauf an, wie groß das überragende Stück der Linie iſt, und wie nahe beide Linien einander liegen.

---

*) Delezenne in Recueil des travaux de la soc. des sc. de Lille 1827 im Auszuge in Bull. univ. des sc. nat. XI. 275 und in Fechners Repertorium der Experimentalphyſik. Leipzig, 1832. B. I. p. 341.

Auch bei der Vergleichung der Höhe zweier Töne kommt nichts darauf an, ob beide Töne um 7 Tonstufen höher sind oder tiefer, wenn sie nur nicht an dem Ende der Tonreihe liegen, wo dann die genaue Unterscheidung kleiner Tonunterschiede schwieriger wird. Es kommt daher auch hier nicht auf die Zahl der Schwingungen an, die der eine Ton mehr hat als der andere, sondern auf das Verhältniß der Zahl der Schwingungen der beiden Töne, die wir vergleichen. Zählte unsere Seele die Schwingungen beider Töne, so ließe es sich denken, daß sie nur auf die Zahl der Schwingungen achtete, die der eine Ton mehr hat als der andere. Wenn wir erst eine Linie und hierauf eine zweite mit dem Auge fixiren, und sich also beide nach einander auf dem empfindlichsten Theile der Retina abbilden lassen, so könnte man geneigt sein, anzunehmen, daß man die Spuren des Eindrucks, die das erste Bild zurückließ, mit dem Eindrucke vergliche, den das zweite Bild auf die nämlichen Theile der Retina machte und daß man also bemerkte, um wie viel das zweite Bild das erste überrage und umgekehrt. Denn auf ähnliche Weise vergleichen wir zwei Maaßstäbe miteinander, wir legen sie übereinander, so daß sie sich decken, und sehen nun, um wie viel der eine den andern überragt. Daraus, daß wir diese so sehr vortheilhafte Methode nicht anwenden, folgt wohl, daß wir sie nicht anwenden können, und daß also der vorausgehende Eindruck keine solche Spur auf der Nervenhaut oder im Gehirne hinterläßt, die sich mit dem nachfolgenden Eindrucke auf die angegebene Weise vergleichen ließe. Daß unsere Seele auf andere Weise bei der Vergleichung der Längen zweier Linien zu Werke gehen könne, sieht man schon daraus, daß wir 2 Linien untereinander vergleichen können, welche zu lang sind, als daß sie sich auf einmal ganz auf dem empfindlichsten Theile der Nervenhaut abbilden können. Wir müssen in diesem Falle das Auge bewegen und dadurch bewirken, daß sich die verschiedenen Stücken derselben Linie successiv auf den nämlichen Theilen der Nervenhaut abbilden. Unter diesen Umständen müssen wir also die Bewegung des Auges mit in Rechnung bringen, und erhalten erst dadurch eine Vorstellung von der Länge der Linien. Wären die Eindrücke, die wir von sichtbaren Dingen im Gedächtnisse aufbewahren, Spuren, welche die sinnlichen Eindrücke im Gehirne zurückließen, und deren räumliche Verhältnisse den räumlichen Verhältnissen der sinnlichen Eindrücke entsprächen, und also gleichsam Daguerreotypen derselben, so würde es schwer fallen, sich einer Figur zu erinnern, die zu groß ist, als daß sie sich auf einmal auf dem empfindlichen Theile der Nervenhaut abbilden könnte. Es scheint mir zwar, als ob sich eine Figur, die wir mit einem Blicke übersehen können, besser unserem Gedächtnisse

und unserer Phantasie einprägte, als eine Figur, die wir nur successiv übersehen können, indem wir die Augen bewegen, allein dennoch können wir uns auch die erstere mittelst der Phantasie vorstellen. Aber es scheint von uns in diesem Falle die Vorstellung von der ganzen Figur aus den Stücken, die wir auf einmal wahrnehmen, zusammengesetzt zu werden.

Wenn man zwei Striche vergleicht, die 20 und 21 Linien lang sind, so ist der letztere um $\frac{1}{20}$ länger, der absolute Unterschied der Länge beträgt aber 1 Linie; wenn man dagegen 2 Striche vergleicht, die 1 Linie und 1,05 Linie lang sind, so beträgt der Unterschied auch $\frac{1}{20}$, aber der eine Strich ist nur um $\frac{1}{20}$ Lin. länger als der andere, demnach ist im letzteren Falle der absolute Unterschied 20 Mal kleiner. $\frac{1}{20}$ Linie ist aber eine Größe, die wie ein feiner Nadelstich an der Grenze des Sichtbaren liegt. Man ist nur eben noch im Stande, einen Punkt zu sehen, dessen Durchmesser $\frac{1}{20}$ Linie beträgt, und doch ist, wer ein sehr gutes Augenmaaß hat, noch fähig, 2 Linien hinsichtlich ihrer Länge zu unterscheiden, von denen die eine um $\frac{1}{20}$ Linie länger ist. Zwei Beobachter, welchen ich solche Striche vorlegte, unterschieden beide den längeren von dem kürzeren, und ihr Augenmaaß reichte sogar noch weiter. Ich selbst unterschied 2 Striche, deren relativer Längenunterschied $\frac{1}{20}$ betrug und von welchen die eine zwischen $\frac{1}{17}$ und $\frac{1}{18}$ Linie länger war als die andere. Die Auffassung der Verhältnisse ganzer Größen, ohne daß man die Größen durch einen kleineren Maaßstab ausgemessen und den absoluten Unterschied beider kennen gelernt hat, ist eine äußerst interessante psychologische Erscheinung. In der Musik fassen wir die Tonverhältnisse auf, ohne die Schwingungszahlen zu kennen, in der Baukunst die Verhältnisse räumlicher Größen, ohne sie nach Zollen bestimmt zu haben, und eben so fassen wir die Empfindungsgrößen oder Kraftgrößen so auf bei der Vergleichung der Gewichte.

Verwandtschaft des Tastsinns mit andern Sinnen.

Die Tastorgane haben den Ortsinn mit den Sehorganen gemeinschaftlich, nur in einem viel unvollkommneren Grade, daher verdanken wir beiden Sinnen die genauere Wahrnehmung räumlicher Verhältnisse.

Dadurch, daß sehr schnell aufeinanderfolgende, auf die Tastorgane geschehende Stöße zu einer Empfindung zusammenfließen, die Zeiträume aber, in welchen sich die Stöße folgen, die Empfindung abändern, haben wir einen Uebergang vom Tasten zum Hören. Wir fühlen die Erzitterungen als ein Beben, die wir mit dem Gehörorgane als einen Ton wahrnehmen, und dieses Beben ist der mannichfaltigsten Modificationen

fähig, die man sehr gut beim Schlittschuhfahren empfindet, wo vom glättesten Eise bis zum rauhesten verschiedene Abänderungen der Empfindungen wahrgenommen werden, die noch viel bestimmter sein würden, wenn es Strecken gäbe, wo die Erhabenheiten und Vertiefungen der Oberfläche in bestimmten Abständen lägen, auf der einen Strecke in größeren, auf der andern in kleineren.

Wo die Haut nur von einer sehr dünnen und feuchten Oberhaut bedeckt, und zugleich empfindlich ist, da haben wir einen Uebergang vom Tastsinne zu den Sinnen des Geruchs und Geschmacks. Dieses ist an der Bindehaut des Auges der Fall, wo wir lebhafte Empfindung haben, wenn Dämpfe von schwefliger Säure, und Ammoniak mit jener Haut in Berührung kommen. Der Theil der Schleimhaut der Nase, welcher den Boden der Nasenhöhle überzieht, und die Schleimhaut an einem Theile des Rachens sind ebenfalls fähig, Eindrücke von Ammoniak und Aetherdämpfen aufzunehmen. Vernichtet man die Fähigkeit zu riechen für einige Zeit, indem man die Nase mit Wasser füllt und dasselbe alsbald wieder entfernt (siehe oben pag. 26 u. 47), so bleibt auf dem Boden der Nase, am Gaumen und am Rachen das Vermögen übrig, durch Dämpfe von Ammoniak, von schwefliger Säure und von Eau de Cologne Eindrücke zu bekommen, die schwer zu beschreiben sind und beim Ammoniak stechend genannt werden können. Athmet man über einer weiten Oeffnung einer großen Flasche wässerigen ätzenden Ammoniaks durch den Mund Ammoniakdämpfe ein, so hat man keine Empfindung an der Zunge, wohl aber eine stechende Empfindung in einer großen Strecke des Rachens. Beim Riechen und Schmecken vermischen sich diese Empfindungen, die uns die Tastorgane verschaffen, mit den Empfindungen des Geruch- und Geschmackorgans.

Das Gemeingefühl.

Coenaesthesis.

Die Mehrzahl der Physiologen bezeichnet mit dem Worte Gemeingefühl das uns zukommende Vermögen, unsern eignen Empfindungszustand, z. B. Schmerz, wahrzunehmen, und unterscheidet es daher von dem Vermögen eine Empfindung zu haben, die wir als einen von unserem Empfindungszustande verschiedenen Gegenstand auffassen können, z. B. die

Empfindung einer Farbe oder eines Tones. Jenes Vermögen hat man daher keineswegs für einen eigenthümlichen Sinn zu halten. Viele haben vielmehr angenommen, daß uns alle Sinnesnerven unter gewissen Umständen dergleichen Empfindungen verschaffen könnten, daß es aber Empfindungsnerven gäbe, die, weil sie mit keinen besondern Sinnesorganen in Verbindung ständen, uns keine eigenthümliche Sinnesempfindung, sondern nur Gemeingefühlempfindung verschaffen könnten. Manche sind sogar der Meinung, daß wir bei dem ersten Gebrauche der Sinne alle Eindrücke nur als eine Veränderung unsers eignen Empfindungszustandes empfunden, und daß wir erst allmälig durch Vergleichung und Auslegung der Sinneseindrücke gewisse Empfindungen als Objecte aufzufassen gelernt hätten.

Gemeingefühlempfindung und Sinnenempfindung entstehen oft zugleich und sind dann nur verschiedene Wirkungen eines und desselben Eindrucks, z. B. der Ekel, der durch einen Geruch erweckt wird, oder überhaupt dasjenige Angenehme und Unangenehme der Empfindungen, was unmittelbar und zu gleicher Zeit mit ihnen wahrgenommen wird, und nicht erst aus einer Vergleichung der Empfindungen entspringt.

Daher der Name Gemeingefühl, welcher das Bewußtsein von unserm Empfindungszustande bezeichnet, welches alle mit Empfindungsnerven versehenen Theile vermitteln, abgesehen von der specifischen Sinnesempfindung, die uns außerdem manche von ihnen verschaffen*).

Diese Lehre ist neuerlich durch die oben pag. 36 mitgetheilten Ver-

---

*) Gemeingefühlempfindungen sind, wie ich oben pag. 21 gezeigt habe, Empfindungen, die wir als Aenderungen unseres Empfindungszustandes auffassen müssen und nicht auf Objecte beziehen können. Zu den am angeführten Orte angegebenen Verhältnissen, welche es uns unmöglich machen, die Empfindungen auf Objecte zu beziehen, gehört auch der Umstand, daß wir unsere Aufmerksamkeit nicht zugleich auf viele Empfindungen richten, und sie uns als Objecte vorstellen können. Da nun immerfort zahlreiche Eindrücke auf unsere Sinnorgane gemacht werden, auf die wir unsere Aufmerksamkeit nicht richten, so werden wir uns hierbei nur des geänderten Empfindungszustandes bewußt, den solche Eindrücke hervorbringen und hinterlassen. Henle scheint mir aber zu weit zu gehen, wenn er hierin allein das Wesen des Gemeingefühls setzt, und (Allgemeine Anatomie, Leipzig, 1841, S. 728) sagt: „Das Gemeingefühl ist die Summe, das ungesonderte Chaos von Sensationen, welches dem Selbstbewußtsein von allen empfindenden Theilen des Körpers zugeführt wird.“ Empfindungen, durch die wir Aenderungen unseres Empfindungszustandes wahrnehmen, erwecken leicht unmittelbar, d. h. ohne daß zuvor Zwecke und Mittel gedacht werden, die Thätigkeit unseres Willens, und werden dann in ihrem Verhältnisse zu unserem Begehrungsvermögen entweder als angenehm oder unangenehm vorgestellt. Indessen giebt es auch sehr schwache, und deswegen indifferente Gemeingefühlempfindungen. Hierher gehört das Gefühl der mäßigen Anstrengung unserer Muskeln.

suche von Magendie zweifelhaft geworden, welche ihn zu dem Resultate führten, daß die mechanische Verletzung der Nervenhaut des Auges und des Sehnerven, des Geruchnerven und des Gehörnerven bei Säugethieren keinen Schmerz erregte. Da man nun schon seit langer Zeit weiß, daß die mechanische Verletzung der Corticalsubstanz des großen und kleinen Gehirns und der ihr nächsten Lagen der weißen Substanz dieser Theile und sogar die Verletzung des Balkens unmittelbar keine Zeichen von Schmerz hervorrufen; da man ferner durch die Versuche von Bell, Magendie und durch die entscheidenden Versuche von Joh. Müller, so wie auch durch die von Panizza bewiesen hat, daß die mechanische Verletzung der die Bewegungsnerven enthaltenden vorderen Wurzeln der Rückenmarknerven keinen Schmerz verursacht, und da man sich endlich durch chirurgische Operationen beim Menschen und durch Vivisectionen bei Säugethieren davon überzeugt hat, daß die Tastorgane und ihre Nerven, wenn sie verletzt werden, mehr Schmerz als die meisten andern Theile hervorrufen, so scheint der von Joh. Müller ausgesprochene Gedanke viel für sich zu haben, daß wir nur vermittelst der Gefühlnerven Schmerz empfinden könnten, und daß der Tastsinn durch Gefühlnerven vermittelt werde, die dadurch, daß sie in manchen Theilen durch besondere Tastorgane unterstützt werden und in den Tastorganen sehr zahlreich sind, uns außer den Gemeingefühlempfindungen noch die Sinnempfindungen des Drucks, der Wärme und der Kälte verschaffen könnten.

Wie sehr sich auch diese Lehre empfiehlt, so ist sie doch bis jetzt noch nicht außer allen Zweifel gesetzt.

Magendie's Versuche sind nach seiner eignen Meinung nicht ganz entscheidend, wenigstens ließen die bei Vögeln angestellten Versuche eine Ungewißheit. Daraus ferner, daß die mechanische Verletzung der Nervenhaut des Auges keinen Schmerz hervorbringt, kann noch nicht mit Sicherheit gefolgert werden, daß auch keine andere Art von Einwirkung auf dieselbe Schmerz erzeugen könne. Im Gegentheile scheinen die so häufig vorkommenden, mit Lichtscheu verbundenen, Augenschmerzen zu beweisen, daß das Licht Schmerz vermittelst des Sehnerven hervorrufen könne. Zwar könnte man einwenden, daß diese Schmerzen vielleicht nicht durch den Sehnerven, sondern durch andere Nerven entstünden. In der That kommen auch dergleichen Augenschmerzen, die in andern Nerven ihren Sitz haben, wirklich vor, aber sie dürfen nicht mit denjenigen Schmerzen verwechselt werden, welche durch das Licht unmittelbar und also in dem Momente erzeugt worden, wo es ins Auge fällt. Denn da das Licht unmittelbar nur auf die Nervenhaut einwirken kann, und auf keinen andern

Nerven einen Eindruck macht (auch wenn er entblöst ist); so können solche Schmerzen nur durch die Mitwirkung des Sehnerven entstehen. Wollte man annehmen, daß die Fortleitung des Lichteindrucks nach dem Gehirne auch in jenen Fällen unmittelbar keinen Schmerz erweckte, daß sich aber daselbst der Eindruck anderen Nervenfasern mittheilte und mittelst dieser Schmerz erweckte, so ist zu bemerken, daß wir auch, wenn sich's so verhielte, doch der Nervenhaut des Auges Gemeingefühl und die Fähigkeit, Schmerz hervorzubringen, zuschreiben müßten.

Denn auch in vielen andern Fällen entsteht der Schmerz dadurch, daß die von Nerven fortgepflanzten Eindrücke sich im Gehirn auf andere Nervenfasern ausbreiten. Uebrigens werden Lichtscheu und die Entstehung von Augenschmerzen auch bisweilen beobachtet, wenn das kranke Auge in dem Grade am schwarzen Staar erblindet ist, daß das Licht als Licht und Farbe gar nicht empfunden wird, sondern nur insofern es Schmerz erregt. Ph. v. Walther*) drückt sich hierüber so aus: „Daher dauert die Photophobie bei manchen Amaurosen, auch wenn sie schon vollkommen geworden sind, auf eine für den Kranken betrübende Weise fort, und für denselben ist der Eindruck des Lichts noch immer äußerst schmerzhaft, obgleich er dasselbe von Dunkelheit nicht mehr zu unterscheiden vermag." In solchen Fällen scheint mir zwar die Nervenhaut die Lichteindrücke aufzunehmen, und die Fäden des Sehnerven scheinen sie auch zum Gehirne fortzupflanzen; aber dort scheint ein Hinderniß zu sein, dieselbe als Licht und Farbe aufzufassen, so können denn jene Lichteindrücke, wenn sie zu heftig sind, Schmerz erregen, ohne die Empfindung von Licht zu erzeugen. Daß im Auge und im Gehörorgane die specifischen Empfindungen nicht öfter Schmerz erzeugen, kann vielleicht darin liegen, daß die Licht- und Schalleindrücke überhaupt nicht zu den stärkeren Einwirkungen gehören, welche auf unseren Körper geschehen, und daß auch Anstalten getroffen sind, vermöge deren zu heftige Eindrücke gemäßigt werden, z. B. durch die Verengung der Pupille und durch die Muskeln, die auf das Trommelfell wirken.

Die Erfahrung lehrt übrigens, daß ein Theil gegen eine gewisse Classe von Einwirkungen sehr empfindlich sein könne, während er gegen eine andere Classe derselben unempfindlich ist. Die Muskeln gehören z. B., wie weiter unten gezeigt werden wird, zu den Theilen, die ein vorzüglich feines Gemeingefühl besitzen, und doch sind sie gegen mechanische Verletzung und gegen Wärme und Kälte sehr unempfindlich.

---

*) Ph. v. Walther im Journal der Chirurgie und Augenheilkunde: die Lehre vom schwarzen Staar und seiner Heilart. B. XXX. S. 360.

Gegen die Lehre, daß der Tastsinn nur durch eine vollkommnere Ausbildung der dem Gemeingefühl gewidmeten Nerven und Organe entstehe, und also nur ein ausgebildeterer Gefühlsinn sei, könnten vielleicht auch die Erfahrungen angeführt werden, daß durch den Gebrauch des Aethers und des Chloroforms das Vermögen, Schmerz zu empfinden, auf einige Zeit beschränkt und sogar aufgehoben werde, während das Vermögen, Berührungen zu empfinden, fortdauere, und dieser merkwürdige Zustand könne auch durch andere Ursachen, z. B. durch Bleivergiftung herbeigeführt werden.

Gerdy*), der über die Wirkungen des Aetherisirens an sich selbst Beobachtungen gemacht hat, giebt an, er habe erst eine Betäubung und Wärme gefühlt, als wenn alcoholische Dämpfe berauschend zum Gehirn stiegen. Zuerst nahm er die Betäubung in den Füßen bis zu den Zehen wahr, dann in den Beinen und Armen. Die Betäubung war in den empfindlichsten Theilen mit einem Gefühle von Wärme und Zittern verbunden. Nun erst folgte die Betäubung des Vermögens Schmerz zu empfinden. Gerdy glaubte sich zu überzeugen, daß der Geruch, der Geschmack, die eigentliche Tastempfindung und der Kitzel nicht durch die allgemeine Betäubung aufgehoben würden, wohl aber der Schmerz.

Longet**) sagt, indem er sich zugleich auf die Versuche von Malgaigne und Velpeau bezieht: „Bei dem einen Menschen dauert das Selbstbewußtsein, der Gebrauch der äußeren Sinne und sogar der Gebrauch des Tastsinns fort, während die allgemeine Empfindlichkeit (sensibilité générale) allein aufgehoben ist, bei dem andern entsteht absolute Insensibilität, die Ideen sind aber nur unvollkommen gefesselt, der Patient versteht die Fragen, die man an ihn richtet, obwohl er sie nicht sogleich beantworten kann. Er hat das Empfindungsvermögen für das Tasten (sensibilité tactile) verloren und hat doch noch so viel Bewußtsein, daß er die Versuche angeben kann, die an seiner Person angestellt werden sollen und daß er sich selbst Nadeln in das Fleisch zu stoßen fähig ist.“ „Manche Patienten fühlen es, wenn ihr Zahn vom Zahnarzte mit einem Instrumente berührt wird, und doch empfinden sie keinen Schmerz beim Ausziehen desselben. Ein anderer nimmt das Zerreißen der Gewebe in der Gegend der Parotis wahr, welches durch das Instrument bewirkt

*) Gerdy. Siehe Arch. gén. de méd. Fevr. 1847. p. 265 sq.

**) Longet. Siehe seine Abhandlung hierüber in Archives générales de médecine. Paris, 1847. p. 21.

wird, womit man operirt, und ist doch unempfindlich für den Schmerz." Pirogoff*) sagt, indem er sich auf seine eignen Erfahrungen stützt: „Die Aetherisirten behalten mehr oder weniger ihr Bewußtsein und den Gebrauch ihrer Sinne, aber sie verlieren ganz oder bis auf einen gewissen Grad das Gemeingefühl (sensibilité). Ein Kranker, bei welchem ich die Operation einer fistula recto-vesicalis ausführte, plauderte während der ganzen Operation, hörte und sah Alles, zog mit Gewalt seine Schenkel zusammen und fühlte doch nur, daß die Operation gemacht wurde, ohne daß er Schmerzen empfand." Dürfte man diese Beobachtungen für entscheidend halten, so könnte man annehmen, daß das Centralorgan des Tastsinns an einem andern Orte des Gehirns gelegen wäre als das Centralorgan des Gemeingefühls, und daß daher das Letztere durch die Einwirkung des Aethers betäubt werden könne, während das andere in seiner Verrichtung nicht gestört werde, und hieraus würde folgen, daß beide Vermögen zu unterscheiden seien.

Auch die giftigen Wirkungen des Bleies haben auf eine solche Annahme geführt. J. H. Beau**) beobachtete nämlich im Hotel Dieu in Paris einen Arbeiter, der sich mit Anstreichen der Häuser beschäftigt hatte, und an der Bleicacherie litt. Der obere und innere Theil seines Schenkels war ganz gefühllos. Wenn man ihn knipp oder stach, so fühlte er daselbst weder die Berührung noch Schmerz, an andern Theilen des Körpers fühlte er zwar die Berührung, aber keinen Schmerz. „Sogar die leiseste Berührung entging ihm nicht. Der Tastsinn war nicht aufgehoben." Seitdem fand Beau bei wenigstens 30 Patienten dieser Art eine mehr oder weniger vollständige Anästhesie. Er glaubt eine doppelte Art von Anästhesie unterscheiden zu können, die Anästhesie der Berührung (des Tastsinns) und die Anästhesie des Schmerzes (des Gemeingefühls). Bei der letzteren empfand der Patient keinen Schmerz, keinen Kitzel zum Niesen, wenn man die Schleimhaut der Nase mit einer Flaumfeder reizte, keinen Kitzel zum Würgen, wenn man das Zäpfchen reizte, wohl aber fühlte er die Berührung. Die Anästhesie des Gemeingefühls hat verschiedene Grade, das Gefühl des Schmerzes ist nach Beau entweder ganz aufgehoben, oder nur mehr oder weniger abgestumpft. Die Anästhesie des Gemeingefühls fehlt nie, wo die Anästhesie des Tastsinns vorhanden ist, wohl aber kann sie ohne die letztere vorhanden sein. Die Anästhesie des Gemein-

*) Pirogoff Recherches pratiques et physiologiques sur l'éthérisation Petersbourg, 1847. p. 21.

**) Beau Arch. gén. de méd. Jan. 1848 in Froriep Not. Apr. 1848 p. 136.

gefühls nimmt oft einen beträchtlichen Theil des Körpers ein, während die Anästhesie des Tastsinns immer nur auf einen kleinen Theil desselben beschränkt ist. Bisweilen gelingt es nicht, in einem Theile künstlich Schmerz zu erregen, und dennoch werden in dem nämlichen Theile große Schmerzen empfunden, die von selbst entstehen, z. B. bei Arthalgie. Aber nicht nur bei Bleivergiftungen beobachtete Beau diese doppelte Art der Anästhesie, sondern auch bei der Hypochondrie. So fühlte z. B. ein 18jähriger Schuhmacher, der sonst völlig gesund zu sein schien, an beiden Armen durchaus keinen Schmerz, wenn man ihn knipp, stach oder mit einem weißglühenden Eisen berührte, während er an denselben Theilen die Berührung mit einer Federfahne gewahr wurde, und eine ähnliche Beobachtung machte er bei einem 23jährigen Tischlergesellen.

Ein ähnlicher Zustand ist schon vor langer Zeit von dem Genfer Arzte Vieusseux*) bei einem complicirten Falle von Lähmung an sich selbst beobachtet und beschrieben worden. Das Gemeingefühl wurde bei ihm auf der ganzen rechten Seite mit Ausnahme des Kopfes gelähmt, während der Tastsinn unversehrt blieb. Am Kopfe nämlich war nicht die rechte, sondern die linke Seite des Gefühls beraubt. Er konnte mit der Hand den Puls fühlen und fühlte doch keinen Schmerz, wenn er gestochen oder mit den Nägeln geknippen wurde. Spanische Fliegen und ein heftiges mit Fieber verbundenes Nagelgeschwür erregten ihm nur ein Gefühl von Wärme, Spannung oder Jucken. Warmes Wasser schien ihm kalt und kaltes schien ihm warm zu sein. Es bestand das Uebel nicht in einer einfachen halbseitigen Lähmung, da auch auf der linken Hälfte des Körpers das Empfindungsvermögen etwas stumpf und die Muskeln schwach waren **).

Die Berührung eines eingeschlafenen Gliedes erregt bekanntlich nicht selten ein unangenehmes Gefühl von Prickeln und Beben, so daß man es vermeidet, dasselbe mit andern Körpern in Berührung zu bringen und z. B. den Fuß auf den Fußboden aufzusetzen. Patienten, welche an der Hemiplegie leiden, ist bisweilen das Einreiben von Salben schmerzhaft, das ihnen im gesunden Zustande nicht die geringste unangenehme Empfindung erregen würde. In beiden Fällen ist der Tastsinn betäubt und es könnte daher scheinen, daß in demselben Maaße das Gemeingefühl empfindlicher

---

*) Vieusseux. Siehe bei Mehlis commentatio de morbis hominis dextri et sinistri. Göttingen 1818. 4. p. 15.

**) Ueber die Frage, ob bei der Anästhesie dasjenige Empfindungsvermögen fortdauert, wodurch wir den Grad der Anstrengung der Muskeln abmessen, siehe das nach, was weiter unten bei der Untersuchung des Gemeingefühls der Muskeln gesagt worden ist. Siehe S. 137.

geworden sei, als der Tastsinn unempfindlich. Ich habe schon oben S. 53 diese auffallende Erscheinung zu erklären gesucht und bin nicht der Meinung, daß daraus gefolgert werden könne, daß verschiedene Nerven dem Gemeingefühle und dem Tastsinne der Haut dienstbar wären.

Beau glaubt, daß zur Entstehung des Schmerzes und Kitzels eine Reflexion der Empfindungen erfordert werde. Entstünde bei der Berührung keine Empfindung, so könnte auch keine Reflexion derselben entstehen. Es müsse daher das Vermögen, Schmerz zu empfinden, allemal fehlen, wo das Vermögen, Berührung zu empfinden, aufgehoben wäre. Das Vermögen, die Berührung zu empfinden, könne dagegen wohl fortdauern, während das Vermögen, Schmerz zu empfinden, aufgehoben wäre, nämlich dann, wenn Umstände existirten, welche die Reflexion der Empfindung unmöglich machten. Beau behauptet, daß, wenn man sich mit einem Stocke auf einen Leichdorn schlage, der Schmerz um 1 bis 2 Secunden später entstehe als die Empfindung, die die Berührung verursache. Wäre diese Erfahrung begründet, so würde sie allerdings sehr zu Gunsten der von Beau aufgestellten Hypothese sprechen. Denn die Fortpflanzung der Eindrücke durch die Empfindungsnerven geschieht so geschwind, daß die dabei vergehende Zeit nicht beobachtet werden kann; eben so geschieht die Fortpflanzung der auf die Bewegungsnerven gemachten Eindrücke zu den Muskeln, wie mein Bruder, Eduard *), angiebt, so geschwind, daß die zwischen der Reizung und der entstehenden Muskelzuckung verfließende Zeit nicht wahrgenommen wird. Dagegen vergeht, damit ein auf die Empfindungsnerven gemachter Eindruck auf die Bewegungsnerven reflectirt werde, eine meßbare Zeit. Man hat eine sehr gute Gelegenheit, das Letztere bei vielen Menschen gleichzeitig wahrzunehmen, wenn man das weibliche Publicum in einem Concerte beobachtet, in welchem nach sanften Melodien oder nach einer Pause plötzlich mit dem Tactschlage Pauken und Trompeten mit aller Kraft einsetzen. Das Zusammenfahren der Damen erfolgt, wie ich seit vielen Jahren beobachtet habe, eine meßbare Zeit später als der Eindruck des starken Schalls auf's Ohr. Ich habe mich, um die Angabe des Herrn Beau zu prüfen, mehrmals auf den Nagel eines vom Tische unterstützten Fingers heftig geschlagen, und gefunden, daß allerdings die durch diesen Stoß entstehende Empfindung nachdem der Schlag vorüber ist, an Stärke zunimmt, und eine merkliche Zeit nach dem Schlage ihren höchsten Grad erreicht und dann wieder schnell abnimmt.

---

*) Eduard Weber, Handwörterbuch der Physiologie. Art. Muskelbewegung. Band III. 2. Abtheil. S. 3.

Allein wenn der Stoß nicht auf den Nagel geschieht, sondern auf die Haut des zweiten Gliedes des Fingers, so finde ich, daß der Schmerz sogleich beim Schlage am stärksten ist, und nehme daher an, daß im ersteren Falle der Schmerz, vermöge des Schutzes, den der Nagel gewährt, etwas später eingetreten sei. Der Nagel erleidet durch den Schlag einen Eindruck oder eine Einbiegung; vielleicht ist es nicht diese Einbiegung unmittelbar, sondern die Bewegung, wodurch der Nagel hierauf, vermöge seiner Elasticität seine ursprüngliche Gestalt wieder annimmt, die den Schmerz erregt, der daher nicht im ersten Momente fühlbar ist. Indessen will ich nicht behaupten, daß die Empfindung von der Berührung und die Empfindung des Schmerzes völlig gleichzeitig wären. Streicht man Jemanden mit der Fahne einer Feder auf den nackten Rücken, so entsteht ein Schauder, aber dieser Schauder ist nach meinen Erfahrungen auch nicht gleichzeitig mit der Empfindung der Berührung, sondern folgt ihr nach, und dasselbe gilt wohl auch beim Kitzel, der dem Niesen vorausgeht. Ich bin der Meinung, daß auch der Schmerz, ebenso wie diese Empfindungen, auf einer weitern Ausbreitung des auf das Gehirn hervorgebrachten Eindrucks auf andere Fasern des Gehirns beruhe, da ich sehe, daß der Ort, wo die Einwirkung geschieht, von welchem der Schmerz ausgeht, viel ausgebreiteter zu sein scheint als es der Fall ist, und daß uns dieser Ort, so lange kein Schmerz entsteht, viel enger begrenzt erscheint.

Verschiedene Lebhaftigkeit des Gemeingefühls.

Nur die mit Nerven versehenen Theile unsers Körpers haben Gemeingefühl. Theile, in welche keine Nerven eindringen, wie die Haarcylinder, die oberflächlichen Lagen der harten Zahnsubstanzen, die Oberhaut und die Nägel, ermangeln im gesunden und kranken Zustande des Gemeingefühls. Haare verbrennen, ohne daß wir's empfinden, von Zähnen feilt man Stückchen ab, und erst wenn die die Höhle des Zahns und den Zahnkeim bedeckende Lage so dünn wird, daß nun der Zahn gegen Kälte und Wärme und gegen andere Einflüsse nicht mehr gehörig geschützt ist, zeigt sich der Zahn empfindlich. Eben so kann man von den Nägeln eine beträchtlich dicke Lage abschaben, und von der Oberhaut in der Hohlhand und im Hohlfuße eine beträchtlich dicke Lage abschneiden, ohne eine andere Empfindung zu erregen als die, welche dadurch entsteht, daß sich nun der Druck und die Erschütterung zu den nervenreichen Theilen leichter fortpflanzt. In die Hufe der Pferde schlägt man bis zu einer gewissen Tiefe Nägel ein.

Werden die zu einem Theile gehenden Nervenſtämme vollſtändig durchſchnitten, ſo wird derſelbe des Gemeingefühls beraubt. Durchſchneidet man z. B. am Fuße des Pferdes die zu dem letzten Gliede gehenden Nerven, ſo kann man nachher, wie Profeſſor Renner in Jena beobachtet und bezeugt hat, den Huf mit Zangen losreißen, ohne daß das Pferd Schmerz verräth.

Das Gemeingefühl iſt in den Taſtorganen und in den Muskeln, welche zu den nervenreichſten Theilen unſers Körpers gehören, am feinſten. Aber die Feinheit des Gemeingefühls äußert ſich in beiden nicht unter denſelben Umſtänden. In den Taſtorganen bringen der Druck ſowie auch die mechaniſchen und chemiſchen Verletzungen, z. B. durch Zerquetſchen und Verbrennen, heftige Schmerzen hervor, die in den Muskeln nach Bichat's Verſuchen durch dieſe Urſachen nicht erzeugt werden. Dagegen entſtehen in den Muskeln durch zu lange dauernde lebendige Contraction der Muskeln Schmerzen, die ſo zunehmen, daß ſie endlich nicht mehr zu ertragen ſind, und durch eine krampfhafte Zuſammenziehung mancher Muskeln, z. B. durch den Wadenkrampf, oder durch Rheumatismus entſtehen in denſelben ſehr heftige Schmerzen. Auch hat man in manchen Muskeln ein überaus feines Gefühl der Anſtrengung, mittelſt deſſen man durch die Muskeln, wie mit einem Sinnorgane, den Widerſtand meſſen kann, der unſern Bewegungen geleiſtet wird. Vermöge dieſes äußerſt feinen Gemeingefühls der Stimmmuskeln kann man beim Singen den Grad der Kraft ſehr genau abmeſſen, welcher erforderlich iſt, damit die Stimmbänder in dem Grade angeſpannt werden, daß ein Ton von beſtimmter Höhe entſteht.

Zwiſchen den Theilen, welchen das Gemeingefühl ganz mangelt, und denen, welche ein ſehr feines Gemeingefühl haben, liegen die in der Mitte, bei welchen es ſo ſtumpf iſt, daß es im geſunden Zuſtande wenig oder gar nicht bemerkt wird, wohl aber in gewiſſen krankhaften Zuſtänden ſich äußert.

Das Gemeingefühl der Haut und der andern Taſtorgane.

Schmerz durch Wärme und Kälte.

Um die wichtige Lehre von der Natur des Schmerzes aufzuklären, muß man die Umſtände recht genau unterſuchen, unter welchen Wärme,

Kälte, Druck und Zug Schmerz erregen, und wie anderer Seits auch durch die längere Dauer einer ununterbrochenen sonst mäßigen Muskelthätigkeit Schmerz entstehe. In diesen Fällen kann man den Uebergang der Tastempfindungen der Wärme, Kälte und des Drucks in Schmerz, und den Uebergang der Empfindung des Grades der Anstrengung der Muskeln in Ermüdung und der Ermüdung in Schmerz beobachten, und die Größe der Einflüsse durch Messung bestimmen, welche Schmerz erzeugen.

Man darf den Schmerz, den man empfindet, wenn man eine Hand in heißes Wasser taucht, nicht für eine Tastempfindung halten, die nur durch ihre Stärke von der Tastempfindung einer mäßigen Wärme verschieden wäre. Der Schmerz, der durch Wärme und Kälte entsteht, ist von der Empfindung der Wärme und Kälte sehr verschieden. Ist derselbe nicht heftig, so empfindet man zugleich auch die Wärme oder Kälte, die ihn verursacht und kann dann den durch Wärme entstehenden Schmerz von dem, welcher durch Kälte hervorgebracht wird, unterscheiden. Ist er aber heftig, z. B. wenn Wärme oder Kälte auf den entblößten Zahnkeim wirken, so ist es dieselbe Empfindung, sie mag durch Wärme oder Kälte verursacht werden.

Daß der Schmerz, der durch Wärme und Kälte entsteht, auf einem andern Vorgange beruht, als die Empfindung von Wärme und Kälte, wird noch durch folgende Umstände bestätigt: von dem Augenblicke an, wo Wärme und Kälte Schmerz hervorbringen, wird das Vermögen, durch den Tastsinn der afficirten Theile Wärme oder Kälte zu empfinden, für einige Zeit geschwächt oder sogar ganz aufgehoben. Ich habe schon oben Seite 33 davon gehandelt, daß durch eine gewisse Wärme oder Kälte das Leitungsvermögen der Nerven beschränkt oder sogar aufgehoben werde. Zieht man die Hand, wenn man in heißem Wasser Brennen empfindet, sogleich heraus und berührt damit einen kalten Körper oder taucht sie sehr schnell auf einen Moment in kühles Wasser, so empfindet man die Kälte des letzteren nicht. Wiederholt man dieses Eintauchen in kühles Wasser mehrmals und sehr schnell hintereinander, so beobachtet man, wie allmälig das Vermögen, Kälte zu fühlen, zurückkehrt, so daß man beim dritten Eintauchen eine schwache Kälteempfindung hat, die beim vierten und fünften Eintauchen immer stärker und deutlicher wird.

Der entstehende Schmerz zeichnet sich aber auch dadurch vor der Tastempfindung der Wärme oder Kälte aus, daß die Empfindung des Schmerzes sich auf eine größere Region unsers Körpers auszubreiten scheint, und daß also der Ort der Empfindung nicht so bestimmt begrenzt ist, als der Ort der Tastempfindung einer mäßigen Wärme oder Kälte.

Man sieht das am deutlichsten, wenn man durch Kälte Schmerz erregt. Taucht man z. B. die ganze Hand in eine große Menge Wasser, das eine Temperatur von + 5° R., (6°,2 C.) hat, so lange ein, bis Schmerz entsteht, so beschränkt derselbe sich nicht auf den eingetauchten Theil, sondern erstreckt sich bis zur Mitte des Unterarms. Dieser Umstand ist wichtig. Ich glaube nicht annehmen zu dürfen, daß sich hierbei die Kälte unmittelbar bis zur Mitte des Unterarms verbreite und daselbst Schmerz errege, sondern vermuthe, daß die Kälte, während die peripherischen Enden der Tastnerven durch dieselbe betäubt werden, bis zu den Nervenstämmen eindringe, und durch die zahlreichen Fäden derselben einen Eindruck auf das Gehirn mache, der sich nicht blos auf die Orte beschränkt, wo sich jene Fäden im Gehirn endigen, sondern sich auch benachbarten Theilen des Gehirns mittheilt. Diese in der Nachbarschaft erregte Empfindung versetzen wir dann in unserer Vorstellung in den Unterarm. Man findet, wie S. 21 bemerkt worden ist, auch in andern Fällen, wo Schmerz entsteht, daß er nicht auf den Ort beschränkt ist, auf den die Schmerz erregende Ursache wirkt.

Schmerz scheint also durch Wärme oder Kälte dann zu entstehen, wenn die einwirkende Ursache einen so starken Eindruck auf das Gehirn macht, daß sich dieser Eindruck im Gehirne weiter verbreitet. Daß der Eindruck auf das Gehirn eine solche Stärke erreicht, hängt von 5 Umständen ab: 1) von dem höheren oder geringeren Grade der auf uns wirkenden Wärme oder Kälte, denn der Schmerz entsteht desto schneller und ist desto größer, je höher oder niedriger der Temperaturgrad; 2) von der längeren oder kürzeren Zeit, während welcher wir der Wärme oder Kälte ausgesetzt sind, denn je länger wir ihnen ausgesetzt sind, desto mehr nehmen unsere Organe die warme oder kalte Temperatur an, und desto tiefer dringt sie in das Innere unserer Organe ein und wirkt dann nicht blos auf die peripherischen Enden der Nerven, sondern ergreift auch die Stämme der Nerven und macht dann durch die zahlreichen Fäden derselben Eindrücke auf das Gehirn, die sich zu einem sehr heftigen Eindruck summiren; 3) von der größeren oder geringeren Empfindlichkeit des der Wärme und Kälte ausgesetzten Theils; so empfinden wir z. B. viel schneller und stärker Schmerz, wenn wir die Zungenspitze, als wenn wir einen Finger in dasselbe heiße Wasser eintauchen; 4) von der Größe der Oberfläche des empfindlichen Theils, welcher dem Einflusse der Wärme und Kälte ausgesetzt ist, denn je größer diese Oberfläche ist, desto mehr Nervenfäden empfangen gleichzeitig den Eindruck der Wärme oder Kälte, und diese vielen Eindrücke summiren sich im Ge-

hirne zu einem einzigen starken Eindrucke, der so heftig werden kann, daß er sich daselbst weiter ausbreitet und dadurch Schmerz erregt; 5) und endlich von der geringeren oder größeren Dicke der durch ihr schlechtes Wärmeleitungsvermögen schützenden Decke der Oberhaut, die bekanntlich an verschiedenen Theilen der Haut sehr verschieden ist, denn je dünner die Oberhaut ist, desto schneller können Wärme und Kälte bis zu den empfindlichen Theilen eindringen.

Was zuerst den Grad der Wärme und Kälte betrifft, welcher erforderlich ist, damit Gemeingefühlempfindungen und sogar Schmerz entstehen, so scheint derselbe Grad, welcher die Nerven, wenn er einige Zeit auf sie einwirkt, in ihrem Leitungsvermögen beschränkt oder sie sogar dessen auf einige Zeit beraubt, auch Empfindungen des Gemeingefühls zu erwecken, die bis zum Schmerze steigen, wenn sie heftig werden.

Eine Temperatur von 39° R., wenn sie hinreichend lange auf unsere Organe einwirkt, schwächt noch das Leitungsvermögen und ungefähr derselbe Grad ist es auch, der auch noch die Gemeingefühlsempfindungen und einen mäßigen Schmerz hervorrufen kann. Meine Versuche sind nicht ausreichend, um zu bestimmen, welcher Grad der Kälte noch das Leitungsvermögen der Nerven merklich schwäche, ich kann nur so viel sagen, daß eine Temperatur von + 9° R. und von + 10° R. diese Wirkung noch hervorbringt, wenn das Wasser lange genug einwirkt, und der eingetauchte Theil groß ist.

Wenn wir eine Hand in mäßig heißes Wasser eintauchen, so ist die Empfindung beim Eintauchen lebhaft und nimmt alsbald ab, hierauf nimmt sie aber allmälig wieder zu und wächst bis zum Schmerze, der endlich einen Grad erreicht, der uns nöthigt, die Hand herauszuziehen. Je geringer die Hitze ist, desto länger dauert es, ehe der Schmerz entsteht. Da die Kälte, welche das Wasser annehmen kann, nur 0° beträgt, so hat man Zeit genug, zu beobachten, wie die Empfindung, welche auch hier anfangs am lebhaftesten ist, abnimmt, endlich aber wieder zunimmt und nach einiger Zeit bis zum Schmerz steigt, denn hier dauert es immer längere Zeit, ehe der Schmerz entsteht und derselbe erreicht niemals den Grad, daß man ihn nicht ertragen könnte. Dem Schmerz gehen in beiden Fällen andere Gemeingefühlempfindungen voraus. In der Hand, die man in warmes Wasser von etwa 40½° oder 41° R. eintaucht, fühlt man eine Spannung oder Fülle, es entsteht in ihr eine Unruhe, welche von dem heftigeren Pulsiren der kleinen Arterien und von einem Zittern herzurühren scheint, in das einzelne Muskelbündel gerathen. Dasselbe Zittern beobach-

tet man in der Zungenspitze, wenn man sie eintaucht. Auch starke Kälte bringt es hervor.

Als ich 2½ Minute lang den Mittelfinger der einen Hand in Wasser eintauchte, dessen Temperatur 40°,5 R. war, während ich den der andern in Wasser eintauchte, dessen Temperatur + 9° R. betrug, war anfangs die Empfindung der Kälte stärker als die der Wärme, nach einer Anzahl von Secunden waren beide Empfindungen gleich stark, hierauf aber wuchs die Empfindung der Wärme, bis ein Schmerz zu entstehen anfing und ein Klopfen im Finger wahrgenommen wurde; als ich nun beide Finger an einander legte und jeden mit dem andern befühlte, konnte ich weder die Wärme des erwärmten Fingers mit dem kalten, noch die Kälte des erkälteten Fingers mit dem warmen Finger fühlen, denn das Empfindungsvermögen beider Finger war abgestumpft, ich fühlte daher weder Kälte noch Wärme. Waren die Temperaturen des Wassers + 30°,5 R. und + 9° R., so fühlte ich, als sie nach 10 Minuten einander berührten, Kälte, denn der erkältete Finger war in seinem Empfindungsvermögen abgestumpft und konnte keine Empfindung der Wärme des Fingers verschaffen, den er betastete, der erwärmte Finger dagegen war es nicht und mittelst des letzteren fühlte ich die Kälte des erkälteten Fingers. Waren die Temperaturen des Wassers + 41° R. und + 19° R. und wurde die rechte Hand der einen, die linke Hand der andern Temperatur ausgesetzt, so fing das Wasser nach einiger Zeit an, eine Empfindung von Brennen zu erregen, nach 28 Secunden war diese Empfindung so stark, daß sie Schmerz verursachte; brachte man nun beide Hände mit einander in Berührung, so fühlte man mit der mäßig erkälteten Hand die warme Temperatur der stark erwärmten Hand, aber man konnte nicht umgekehrt die Kälte der erkälteten Hand mittelst der erwärmten Hand empfinden; denn das Empfindungs- und Leitungsvermögen der Nerven derselben waren geschwächt oder aufgehoben.

Wasser, welches die Wärme des Bluts um 20° R. übersteigt, verursacht in einem eingetauchten Gliede eines Fingers schon in 4 bis 6 Secunden einen sehr heftigen, unerträglichen Schmerz, dagegen erregt Wasser, welches um 20° R. kälter ist, als das Blut, nach langer Berührung nur ein Gefühl von Erstarrung, aber keinen beträchtlichen Schmerz; sogar ein Brei von Schnee und Wasser, dessen Temperatur 0° R. ist und der also fast um 30° R. kälter ist als das menschliche Blut, erregt nur in langer Zeit einen mäßigen Schmerz, den man sehr gut ertragen kann. Wärme führt daher schneller Schmerz herbei und erregt einen stärkeren Schmerz als Kälte.

Daß auf die Entstehung von Schmerz die Größe der Oberfläche der Haut, welche der warmen oder kalten Temperatur ausgesetzt wird, Einfluß hat, sieht man aus folgenden Versuchen. Wenn ein Fingerglied beliebig lange in Wasser eingetaucht wurde, welches eine Temperatur von + 39° R. (48°,7 C.) hatte, empfand ich keinen merklichen Schmerz, sondern hatte nur Gemeingefühlempfindungen, die sich ohne Unbehagen ertragen ließen, wohl aber entstand Schmerz, wenn die ganze Hand in dasselbe eingetaucht wurde. Ebenso empfand ich, wenn ein Fingerglied in Wasser eingetaucht wurde, welches eine kalte Temperatur von + 5° R. (6°,2 C.) hatte, keinen Schmerz, wohl aber, wenn die ganze Hand in dasselbe eingetaucht wurde.

Um den Einfluß genauer zu ermitteln, welchen die Zeit auf die Entstehung des Schmerzes hat, die erforderlich ist, damit Wärme und Kälte tiefer in den Körper eindringen und die Nervenstämme ergreifen, ließ ich einen Beobachter das letzte Glied des Zeigefingers in heißes Wasser eintauchen und beobachtete die Zahl der Secunden, bis der Schmerz bei ihm so hoch gestiegen war, daß er den Finger aus dem Wasser zu ziehen genöthigt war. War das Wasser nicht sehr heiß, so empfand er einige Zeit gar keinen Schmerz, sondern derselbe trat erst nach einer Anzahl Secunden ein. Es ergab sich, daß das Fingerglied eine desto längere Zeit dem heißen Wasser ausgesetzt werden konnte, je niedriger die Temperatur desselben war.

Grad der Wärme.	Zahl der Secunden, bis der Schmerz nöthigte, das Fingerglied aus dem Wasser zu ziehen.	Grad der Wärme.	Zahl der Secunden, bis der Schmerz nöthigte, das Fingerglied aus dem Wasser zu ziehen.
45¾° R.	11	52° R.	3
45½° —	13½	51° —	4
44½° —	14	50⅓° —	4½
44½° —	14	49⅔° —	5½
44° —	21	49° —	5¼
43½° —	20	48° —	7
42½° —	23	47⅔° —	7
Bei 41½° nicht herausgezogen.		47° —	9

Als ich solche Versuche an mir selbst machen ließ, fand ich, daß der Finger durch öfteres Eintauchen in heißes Wasser unempfindlicher wird gegen den Eindruck der Temperaturen, und daß es daher besser sei, wenn man mit den Fingern wechselt und das letzte Glied von verschiedenen Fingern eintaucht.

Grad der Wärme.	Zahl der Secunden, welche vergingen, bis d. Schmerz so groß wurde.	Grad der Wärme.	Zahl der Secunden, welche vergingen, bis d. Schmerz so groß wurde.
57° R.	3½	56° R.	2½
53° —	4½	55° —	3½
52° —	4	54° —	3½
51° —	5	53° —	4
51° —	4	52° —	4
50° —	4	51° —	5
49° —	8	50° —	5
48° —	5½		

Funfzehn Jahre später machte ich abermals solche Beobachtungen an mir selbst, ohne die früheren vorher nachzusehen.

Grad der Wärme.	Zahl der Secunden, welche vergingen, bis d. Schmerz so groß wurde.	Grad der Wärme.	Zahl der Secunden, welche vergingen, bis d. Schmerz so groß wurde.
70° R.	1½ bis 2	53° R.	7
68° —	3	52° —	7
66° —	3	51° —	8
65° —	3	50° —	9
63° —	3	49° —	10
62° —	3	48° —	12
60° —	4 bis 5	47° —	14
59° —	4 bis 5	46° —	17
58° —	5	45° —	23
55° —	6	44° —	28
54° —	6		

Bei Versuchen, die bei einem andern Beobachter mit dem letzten Fingergliede angestellt wurden, ergab sich, daß der Schmerz ein wenig früher eintrat, wenn ein Fingerglied der linken Hand eingetaucht wurde, als wenn es mit einem Fingergliede der rechten Hand geschah, vermuthlich, weil die Oberhaut an der härtere Arbeiten verrichtenden rechten Hand etwas dicker ist als an der linken.

Fingerglied der rechten Hand.		Fingerglied der linken Hand.	
Wärmegrad.	Secunden.	Wärmegrad.	Secunden.
59° R.	4—5	59° R.	4
55° —	6	55° —	5
52° —	6	52° —	5½

Wurde die Zungenspitze in heißes Wasser eingetaucht, so entstand

der Grad des Schmerzes, der mich nöthigte, die Zunge zurückzuziehen, ſchneller als beim Finger.

Wärmegrad.	Secunden.	Wärmegrad.	Secunden.
50° R.	2	42° R.	18
48° —	4	42° —	17
47° —	4	41° —	49
46° —	6	43° —	12
45° —	7	42° —	18
44° —	8		

Aus den mitgetheilten Verſuchen erhellet, 1) daß ein Glied der heißen Temperatur des Waſſers deſto länger ausgeſetzt werden mußte, damit die Empfindung von Schmerz entſtände, je niedriger die Temperatur des heißen Waſſers war, 2) daß bei weniger heißem Waſſer, wo es 10 bis 28 Secunden dauerte, ehe Schmerz entſtand, ſchon 1^0 R. oder $\frac{1}{2}^0$ R., um welchen das Waſſer wärmer oder kälter war, einen beträchtlichen Unterſchied in der Zeit hervorbrachte, welche erforderlich war, damit Schmerz entſtände, während, wenn das Waſſer ſehr heiß war, 1^0 R. keinen merklichen Unterſchied hervorbrachte, 3) daß das Glied unempfindlicher wurde gegen heiße Temperaturen, wenn es vorher ſehr heißen ausgeſetzt worden war.

Um auch über den Schmerz einige Verſuche anzuſtellen, welchen Körper, deren Temperatur unter 0^0 iſt, verurſachen, wendete ich folgendes Verfahren an. Ich tauchte einen ſehr großen eiſernen Schlüſſel, deſſen ſolider Cylinder ein abgerundetes Ende hatte, deſſen Durchmeſſer 4 Pariſ. Linien betrug, in Queckſilber von — 4^0,2 R. bis — 2^0,1 R. ein, bis er die Temperatur deſſelben angenommen hatte. Da ſich in der Nähe jenes Endes der ſehr große Bart befand, ſo behielt das Ende einige Zeit ſeine ſehr niedrige Temperatur ziemlich bei, wenn es mit der Haut in Berührung gebracht wurde. An manchen Theilen des Geſichts, z. B. unter dem Jochbeine und am Mundwinkel, entſtand ein ſtechender Schmerz, der dem Brennen ähnlich war, an manchen andern Stellen war er nicht ſtechend oder brennend, aber doch vom Gefühle der Kälte verſchieden, nirgends war er ſo heftig, daß man ihn nicht hätte ertragen können. An manchen Theilen des Kopfs und Geſichts und an ſehr vielen Theilen des übrigen Körpers entſtand gar kein Schmerz. Der Schmerz ſchien da zu entſtehen, wo entweder die Haut ſehr empfindlich und die Oberhaut zugleich dünn war, oder auch da, wo ein Empfindungsnerven enthaltender Nervenſtamm nahe unter der Haut lag. Sehr merkwürdig war die große Verſchiedenheit vieler ganz nahe nebeneinander liegenden Theile der Haut; oft entſtand

in dem einen Theile bei der Berührung Schmerz, in dem benachbarten keiner. Man darf vermuthen, daß diese Verschiedenheit daher rührte, daß die Kälte auf die an einzelnen Orten unter der Haut liegenden Stämme der Empfindungsnerven einwirkte. Uebrigens scheinen auch die unbekannten Organe, die zur Empfindung der Wärme dienen mögen, nicht gleichmäßig in der Haut vertheilt zu sein.

Zahl d. Versuche.	Temperatur des Schlüssels.	Theil des Körpers, mit d. d. Schlüssel in Berührung gebracht wurde.	Ob Schmerz entstand oder nicht.
1	— 4°,2 R.	Stirn, Mittellinie über der Nasenwurzel (Glabella).	Starkes Kältegefühl, aber kein ausgesprochener sich ausbreitender Schmerz.
2	— 3°,2 R.	Stirn, 5,3 Linien von der Mittellinie dicht über d. arcus supraciliaris, rechte Seite.	Kein Schmerz, obwohl d. Schlüssel über 1 Minute mit seinem abgerundeten Ende angedrückt wurde.
3	— 3°2, R.	Stirn, 6 Linien von der Mittellinie, 7 Linien über der Mitte des margo supraorbitalis, rechte Seite.	Schwacher Schmerz. Ich fühlte daselbst die Arterie pulsiren.
4	— 3°,2 R.	Stirn, 11 Linien von der Mittellinie, rechte Seite.	Schon nach 10 Secunden fing der Schmerz an, nach 20 Secunden war er sehr merklich. Ich fühlte daselbst eine Arterie pulsiren.
5	— 4°,0 R.	Stirn, 11 Linien von der Mittellinie links, 6,5 Linien über dem Margo supraorbitalis.	Schon nach 8 Secunden entstand Schmerz, der in die Augenhöhle hineinzog.
6	— 3°,7 R.	Stirn, rechts in der Gegend, wo d. Zweige des N. supraorbitalis u. supratrochlearis liegen.	In 14 Secunden Schmerz.
7	— 4° R.	Stirn über dem äußern Theile der Orbita, 2 Zoll 2 Linien	Ziemlich heftiger Schmerz.

Zahl d. Versuche.	Temperatur des Schlüssels.	Theil des Körpers, mit d. d. Schlüssel in Berührung gebracht wurde.	Ob Schmerz entstand oder nicht.
		von der Mittellinie, 5,5 Linien höher, als der höchste Theil des Margo supraorbitalis.	
8	— 3°,7 R.	Oberes Augenlid.	Nach 8 Secunden Schmerz, der schwingender und localer war als auf der Conjunctiva, die den Augapfel überzieht.
9	— 2°,9 R.	Gesicht unter dem Jochbeine.	Empfindung stechend, dem Brennen ähnlich.
10	— 2°,1 R.	Mundwinkel.	Empfindungen nach einigen Sec. stechend, dem Brennen ähnlich.
11	— 2°,6 R.	Ohrläppchen.	Kein Schmerz.
12	— 2°,6 R.	Zungenspitze.	Schmerz, dem ähnlich, wie wenn man sich d. Zunge verbrannt hat.
13	— 4°,0 R.	Mittelster linker Schneidezahn der obern Kinnlade, der völlig gesund war.	Nach 2 Secunden leiser Schmerz, der sich nicht verstärkte; die Empfindung der Kälte dauerte nach Wegnahme des Schlüssels lange fort.
14	— 3°,9 R.	Harter Gaumen hinter den Schneidezähnen.	Kein Schmerz.
15	— 3°,9 R.	Harter Gaumen, hinterer Theil, in der Gegend der Spina nasalis posterior.	Kein Schmerz.
16	— 3°,2 R.	Harter Gaumen, hinterer Theil, vor d. Hamulus pterygoideus.	Es entsteht schnell Schmerz (vermuthlich wegen d. Nähe d. Aeste des N. pterygo-palatinus.
17	— 2°,6 R.	Arm, zwischen condylus internus und Olecranon, wo der N. ulnaris nahe unter der Haut liegt.	Anfangs entsteht nur eine schwache Kälteempfindung, nach 11 Secunden fängt die Empfindung an zuzunehmen und allmälig schmerzhaft zu werden,

Zahl d. Verſuche.	Temperatur des Schlüſſels.	Theil des Körpers, mit d. d. Schlüſſel in Berührung gebracht wurde.	Ob Schmerz entſtand oder nicht.
			d. Schmerz erreicht zwiſchen 40 und 50 Sec. einen hohen Grad. Der Schmerz nimmt einen Theil des Unterarms mit ein.
18	— 2°,4 R.	Am äußern Theile des Olecranon.	Auch hier entſteht Schmerz.
19	— 2°,6 R.	Unterarm, faſt in der Mitte auf dem Extensor digitorum communis.	Mäßiger Schmerz.
20	— 2°,4 R.	Knieſcheibe.	Kein Schmerz.
21	— 3°,7 R.	Unterſchenkel, rechter, unter der Sehne des Biceps, wo der N. peronaeus nahe unter der Haut liegt; der Schlüſſel wurde mit der Länge ſeines Cylinders angedrückt.	Schmerz, der auch einen Theil des Unterſchenkels, aber nicht den Fuß einzunehmen ſchien.

Schmerz in der Haut durch Druck und Zug.

Aehnliche Unterſuchungen, wie die über die Entſtehung von Schmerz durch Temperaturänderungen, laſſen ſich nun auch anſtellen, über die Entſtehung von Schmerz durch Druck und Zug. Es wird ſich z. B. durch ſolche Verſuche beſtimmen laſſen, welches Gewicht auf einen Quadratzoll unſerer durch Knochen unterſtützten Haut wirken müſſe, damit die Taſtempfindung des Drucks in eine Empfindung des Schmerzes übergehe. Ebenſo wird man durch Verſuche finden können, welchen Einfluß es hat, wenn ein Gewicht an 4, 8, oder 16 Haaren aufgehangen wird, und wie groß das Gewicht ſein müſſe, um in dieſen verſchiedenen Fällen Schmerz durch Zug zu erregen.

Die Schmerzen, die durch Druck entſtehen, z. B. durch enge Schuhe und Stiefeln, die auf Hühneraugen drücken, gehören zu den heftigeren und dauernderen Schmerzen, die in der Haut vorkommen. Eiter, der unter harten Theilen keinen Ausweg findet, verurſacht auch heftigen Schmerz, der ſogleich aufhört, wenn der Eiter einen Ausweg findet.

Weniger belehrend sind die Beobachtungen, die man über die Entstehung von Schmerz durch Zerschneidung der Haut mit scharfen Messern, durch Zerquetschen derselben und durch die zerstörende Wirkung von Kali causticum und andern Aetzmitteln, so wie durch das glühende Eisen machen kann, Einwirkungen, welche eine mechanische oder chemische Zerstörung der Haut und ihrer Nerven hervorbringen.

Der Act des Zerschneidens erregt Schmerz, nicht der Zustand des Zerschnittenseins, bevor in Folge desselben Entzündung entsteht, die durch die Veränderungen, die sie hervorbringt, Schmerz erregen kann. Geht die Zerstörung sehr schnell vor sich, wie bei Schußwunden, so kann der Schmerz so gering sein, daß der Verletzte bisweilen selbst nicht weiß, daß er verletzt ist. Manche Einwirkungen, welche Schmerz hervorrufen, berauben die Nerven, die sie treffen, nach einiger Zeit ihres Empfindungsvermögens, z. B. die Wärme, die Kälte und der Druck. Ein fortdauernder Schmerz scheint indessen bei solchen Einwirkungen dadurch möglich zu sein, daß die Schmerz erregende Ursache tiefer und immer tiefer in den Körper eindringt und dabei andere und andere Theile der Nerven ergreift, oder indem die Einwirkung und mit ihr der Schmerz von Zeit zu Zeit etwas nachläßt, und während dessen das Leitungsvermögen der Nerven sich wiederherstellt.

Schmerz durch Electricität.

Da der galvanische Strom beim Schließen und Oeffnen der Kette nicht nur auf die Bewegungsnerven einwirkt, und das wirksamste Mittel ist, um Muskelzusammenziehung zu erregen, sondern auch auf Empfindungsnerven, z. B. auf die Sehnerven, so sollte man glauben, daß durch die gleichzeitige Einwirkung desselben auf die Empfindungsnerven auch sehr heftige Schmerzen entstehen müßten. Nun sind zwar die Empfindungen, welche die Electricität und der galvanische Strom erzeugen, unangenehm, aber bei Weitem weniger schmerzhaft, als man erwarten sollte, wenn man den heftigen Krampf damit vergleicht, den sie in den Muskeln hervorrufen, z. B. wenn ein dauernder Starrkrampf in den Beugemuskeln entsteht, der uns die Hand zu öffnen hindert. Wir haben oben S. 23 gesehen, daß die Kälte, wenn der Ellenbogen in einen Brei von Wasser und Eis eingetaucht wird, bis zu dem Stamme des Nervus ulnaris eindringt. Da dieser Nerv sowohl zahlreiche Empfindungsnerven als auch zahlreiche Bewegungsnerven enthält und die Kälte zu beiden in gleichem Maaße hindringt, so ist es interessant, daß die Einwirkung der Kälte auf die Bewegungsnerven sehr unbeträchtlich ist, während sowohl ein ziemlich heftiger Schmerz als auch eine Betäubung des Empfindungsvermögens entsteht. Wärme und Kälte

scheinen daher leichter Schmerz, electrische Ströme leichter Muskelzusammenziehung zu erregen.

Schauder und Kitzel in der Haut.

Wenn man manche Theile der Haut, z. B. die Haut des Rückens, mit der Fahne einer Feder leise streicht, so fühlt man nicht nur die Berührung, sondern, nachdem die Berührung vorüber ist, einen Schauder, d. h. eine Empfindung, die einige Zeit fortdauert und nicht nur in den berührten Theilen zu sein scheint, sondern sich auch auf andere Theile ausbreitet, die nicht berührt wurden und die, indem sie einen Theil der Haut verläßt, einen benachbarten ergreift und auf diese Weise sich fort zu bewegen scheint. Man sagt daher, es überlaufe uns ein Schauder. Da die Nerven an ihren peripherischen Enden nicht so untereinander communiciren, daß sich der Eindruck daselbst von einem Nerven auf den andern fortpflanzen kann, so darf man vermuthen, daß der zum Gehirn fortgepflanzte Eindruck sich dort auf benachbarte Theile des Gehirns ausbreite und daß die Seele sich nur vorstelle, daß die hierdurch entstehenden Empfindungen von Theile uder Haut herkämen, die in der Nachbarschaft der berührten Theile der Haut liegen. Es ist hierbei bemerkenswerth, daß der Schauder nicht im Augenblicke der Berührung eintritt, sondern zu seiner Entstehung und Ausbreitung einer merklichen Zeit bedarf, während doch sonst die einfache Fortpflanzung der Empfindungen so schnell zu erfolgen scheint, daß wir keinen Zeitverlust dabei bemerken. Es verhält sich hier, wie bei der Reflexion der Eindrücke von den Empfindungsnerven auf die Bewegungsnerven, denn bei dieser vergeht auch eine wahrnehmbare Zeit. Streicht man mit dem Nagel des Daumens die Mitte des Rückgrats und übt dabei zugleich einen beträchtlichen Druck aus, so erregt man den Schauder auch, wenn der Mensch bekleidet ist. Zugleich ziehen sich bisweilen die Rückenmuskeln, welche das Rückgrat ausstrecken, zusammen. Ein ähnlicher Schauder entsteht durch die Berührung mancher Theile der Haut mit einem kalten Körper; hier nennt man den Schauder ein Frösteln, wiewohl nicht daran zu denken ist, daß die Ausbreitung der Kälte auf der Haut die ausreichende Ursache der sich ausbreitenden Empfindung sei, die noch fortdauert, nachdem die Berührung schon aufgehört hat. Ohne alle vorausgehende Einwirkung auf die Haut entsteht ein solches Frösteln bei Eiterungen und in Fiebern, zumal in der Frostperiode des kalten Fiebers, wo bisweilen zugleich auch manche Muskeln mit ergriffen werden. Hier scheinen andere Einflüsse eine Bewegung im Ner-

vencentrum zu erregen, welche die Seele so deutet, daß sie die Empfindung in die Haut verlegt.

Eine leise Berührung mit den Spitzen der Fasern einer Feder an den Lippen, am Rande der Nasenlöcher und in der Umgegend im Gesichte erregt bekanntlich einen eigenthümlichen Kitzel. Auch hier dauert die Empfindung nicht nur fort, nachdem die Berührung vorüber ist, sondern wird bisweilen sogar dann noch stärker, wechselt ihren Ort und erweckt das instinktartige Verlangen, daselbst die Haut zu kratzen oder zu reiben. Etwas Aehnliches beobachtet man, wenn man die Schleimhaut der Nase leise reizt. Hier liegt die Ursache, warum der Kitzel noch zunimmt und endlich bis zum Niesen führt, darin, daß durch den Reiz die Ausführungsgänge der Schleimdrüsen zur Zusammenziehung angeregt werden, ihren Inhalt heraustreiben und daß durch den Kitzel, den dieser wieder hervorbringt, die Reizung sich erneuert. Etwas Aehnliches ereignet sich vielleicht auch in der Haut, hinsichtlich der Ausführungsgänge der Hautdrüsen. Der Gehörgang ist nicht geeignet zum Kitzel, aber sehr empfindlich gegen die Berührung kalter Körper; das Letztere ist bei der Schleimhaut der Nase nicht der Fall. Die heftige Empfindung, welche fremde Körper erregen, die mit der inneren Oberfläche der Augenlider in Berührung kommen, scheint auch ein sehr heftiger Kitzel zu sein, der aber leicht bis zum Schmerz steigt. Auch dieser erweckt das Ausfließen der Thränen. Der Theil der Conjunctiva, der die Sclerotica und die Hornhaut überzieht, ist nicht sehr empfindlich und dem Kitzel nicht unterworfen; man kann ihn ohne Kitzel oder Schmerz zu empfinden, berühren. Unter Wasser kann man die Augen öffnen, ohne eine unangenehme Empfindung davon zu haben, und sogar Salzwasser bringt nur am innern Augenwinkel, an den Punctis lacrymalibus, einen kleinen Reiz hervor. Dagegen erregen Dämpfe von schwefliger Säure und von Ammoniak eine heftige Empfindung, die aber nicht ein Kitzel genannt werden kann. Die zahlreichen Härchen der Haut können die Fortpflanzung der leisen Eindrücke in das Innere der Haut und zu den Drüsen befördern, indessen ist ihre Gegenwart zur Entstehung des Kitzels nicht unumgänglich nöthig, da auch in manchen haarlosen Theilen der Haut Kitzel entstehen kann, z. B. im Hohlfuß, in der Hohlhand und auf dem Gaumen.

Warum nur gewisse Theile der Haut und der Schleimhaut kitzlich sind, und manche andere dicht dabei gelegene gar nicht oder nur in geringem Grade, ist schwer zu erklären. Die Lippen, die Haut und Schleimhaut am Eingange in die Nase, die Haut des harten Gaumens nahe hinter den

obern Schneidezähnen, die Haut des Hohlfußes, die Haut in der Achselhöhle sind es bei mir vorzüglich. Die Theile, welche des Kitzels fähig sind, sind nicht immer mit einem sehr feinen Tastgefühle versehen, z. B. die Schleimhaut am Eingange der Nase.

Gemeingefühlempfindungen, die durch die Blutbewegung, durch die Absonderung von Säften aus dem Blute und durch den Proceß der Ernährung in der Haut entstehen.

Daß die Empfindungen, welche die Bewegung des Bluts und die andern so eben angeführten Ursachen hervorbringen, zu der Classe der Gemeingefühlempfindungen gehören müssen, und nicht zu den Empfindungen, durch die man ein Object wahrzunehmen glaubt, leuchtet von selbst ein. Denn wenn die Empfindung erregende Ursache gleichzeitig auf die kleinsten Theile der Substanz wirkt, aus welcher die Haut besteht, so fällt alle Veranlassung für die Seele weg, die entstehenden Empfindungen so auszulegen, als ob sie von einem, von dem empfindlichen Organe zu unterscheidenden Körper (Objecte) veranlaßt würden. Wir können unter solchen Verhältnissen nur unsern veränderten Empfindungszustand wahrnehmen.

Durch einen Senfteig, den wir uns auf die Haut legen, vermehrt sich die Menge des Bluts in dem gereizten Theile der Haut, und zugleich entsteht die Empfindung von Wärme und von Brennen.

Durch Hautausschläge können Empfindungen von Jucken, Brennen, und zahlreiche andere Modificationen der Gemeingefühlempfindungen entstehen. Daß bei weit verbreiteten Hautausschlägen kein heftiger Schmerz entsteht, ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, daß die Zerstörungen, die die Hautausschläge in der Haut anrichten, sehr allmälig entstehen.

Der Schmerz, welchen Brennnesseln und der Stich der Bienen, Wespen und anderer Insecten hervorbringt, rührt wohl hauptsächlich von einem reizenden Safte her, der in die Wunden eingeflößt wird, und sich daselbst ausbreitet, sonst wäre wohl die Stärke des Schmerzes und seine längere Dauer bei einer so kleinen Verletzung kaum zu begreifen.

Das Gemeingefühl der Muskeln.

Bichat*) sagt: »die thierische Empfindlichkeit ist in den Muskeln im gewöhnlichen Zustand sehr dunkel. Bei Amputationen und bei Ver-

*) Bichat, Allgemeine Anatomie, übersetzt von Pfaff. Leipzig, 1830. Theil II. Seite 212.

suchen an lebenden Thieren der Quere nach durchschnitten, erregen sie keine sehr merkliche unangenehme Empfindung. Nur wenn ein Nervenfaden getroffen wird, äußert sich ein merklicher Schmerz, das eigenthümliche Gewebe der Muskeln selbst ist nur wenig empfindlich. Gewisse Reizmittel verursachen gleichfalls keinen merklichen Schmerz. Indessen sind die Muskeln der Sitz einer eigenthümlichen Empfindung, der der Müdigkeit nach wiederholten Zusammenziehungen.« Es ist für die Erkenntniß von der Natur des Schmerzes und des Gemeingefühls überhaupt sehr belehrend, daß viele Einflüsse, die in andern Theilen heftigen Schmerz verursachen, in den Muskeln unwirksam sind, und daß andere Erscheinungen dennoch eine sehr große Empfindlichkeit der Muskeln beweisen.

Hierher gehören der Schmerz, der durch starke Ermüdung in ihnen entsteht, der ungeheure Schmerz, der mit manchem tonischen Krampfe, z. B. mit dem Wadenkrampfe verbunden ist, der rheumatische Schmerz, der oft plötzlich eintritt und sich wiederholt, sobald der leidende Muskel in Zusammenziehung geräth. Vor allen gehört aber hierher das feine Gefühl, welches die durch den Willen hervorgebrachte Zusammenziehung mancher dem Willen unterworfener Muskeln begleitet, wodurch wir die Anstrengung fühlen, die wir mit den Muskeln machen und den Widerstand sehr genau messen, der uns dabei geleistet wird.

Auch die Bewegungen mancher organischer Muskeln sind mit schmerzhaften Empfindungen verbunden, z. B. die des Uterus, die man daher Wehen, dolores, nennt, die des Mastdarms beim Tenesmus und die der Gedärme beim Bauchkneipen. Ich halte es für wahrscheinlich, daß die heftige Zusammenziehung der Muskelfasern des ganz leeren Magens, wobei seine Höhle verschwindet, mit Empfindung verbunden ist, die einen Theil der Empfindung ausmacht, die wir mit dem Namen Hunger bezeichnen. Auch das Gefühl des Uebelseins beim Erbrechen, der Drang zum Stuhlgange, sowie das eigenthümliche Gefühl beim Durchfalle sind wohl für Empfindungen zu halten, welche die heftige peristaltische und antiperistaltische Bewegung begleiten, ebenso scheinen manche Schmerzen, die das Herz verursacht, ihre Ursachen in Bewegungen desselben zu haben, die mit Empfindung verbunden sind, und es ist mir sehr wahrscheinlich, daß das Wollustgefühl beim Erguſſe des Samens mit den Bewegungen verbunden sei, in welche die von mir nachgewiesenen Muskelfasern der Samenblase und der Prostata dann gerathen. Sowie die Muskeln nächst den Sinnorganen und namentlich auch nächst der Haut zu den nerven-

reichsten Theilen unsers Körpers gehören, so gehören sie auch zu denen, welche das feinste Gemeingefühl haben, aber nur für gewisse Einflüsse.

Um den allmäligen Uebergang des Gefühls der Anstrengung in Ermüdung und der Ermüdung in Schmerz zu beobachten, kann man versuchen, wie lange man den Unterarm und Oberarm in mäßig gestreckter, horizontaler Lage erhoben halten kann. Es wird das nach der Größe der Muskelkraft und dem Grade der Ausstreckung des Arms, und je nachdem die Lage des Arms sich der horizontalen mehr oder weniger nähert, bei verschiedenen Menschen sehr verschieden sein. Bei mir begann der Schmerz ungefähr nach 300 Secunden, er nahm von da an sehr allmälig zu, so daß ich den Arm noch 600 Secunden und also im Ganzen 900 Secunden (eine Viertelstunde) erhoben hielt, und ihn, wie ich glaube, noch längere Zeit hätte erhoben halten können. Indessen fing ich zuletzt an, schon ein Wenig Zittern der Muskeln zu bemerken. Hob ich bei diesem hohen Grade von Ermüdung den Arm wiederholt noch höher, so vermehrte sich der Schmerz während der Zusammenziehung der ermüdeten Muskeln nicht, wohl aber nachher. Ich stellte mir während der Anstrengung den Zustand der Ruhe sehr angenehm vor, allein ich irrte mich. Zwar war ich dadurch erleichtert, daß ich nun meinen Willen nicht mehr anzustrengen brauchte, sondern mich leidend verhielt, aber der Schmerz dauerte in gleichem Grade fort, und sogar nach 2 Stunden war er noch nicht ganz vergangen. Er war auch dann vorhanden, wenn ich mich hinlegte und das ganze Glied möglichst ruhen ließ. Bei diesem Versuche fand kein gewaltsamer Druck auf die Muskeln und Nerven und keine übermäßige Ausdehnung der Muskeln statt. Es war nur die Dauer der Zusammenziehung, die unstreitig bei der unzureichenden Ernährung eine Mischungsveränderung in den Muskeln und ihren Nerven hervorbrachte und dadurch den Schmerz verursachte, ebenso wie in andern Fällen durch eine in den Theilen unsers Körpers hervorgebrachte Mischungsveränderung Schmerz erzeugt wird, denn die Muskelzusammenziehung scheint, wie das Losschießen eines Gewehrs, von einem chemischen Processe begleitet zu werden. Nach Berzelius und Liebig*) befindet sich in den Muskeln Milchsäure, entweder frei, oder als saures milchsaures Salz, zugleich scheint sich nach den Versuchen von Bunzen**), Becquerel und Breschet an

*) Liebig, Annalen der Chemie und Physik. B. 62. Heft 3.

**) Bunzen, Beitrag zu einer künftigen Physiologie. Kopenhagen 1805. p. 117, armirte die Nerven und Muskeln des Unterschenkels einer soeben getödteten Kuh und sah bei Schließung der Kette das in die Muskelsubstanz gesteckte Thermometer um mehrere Linien steigen.

warmblütigen Thieren und nach den von Helmholz*) an kaltblütigen Wärme zu entwickeln. Die Milchsäure, der Harnstoff und das Kreatin sind vielleicht Zerstörungsproducte, die sich bei der Bewegung bilden.

Der Schmerz schien nur in denjenigen Muskeln seinen Sitz zu haben, welche zur Erhebung des Oberarms und Unterarms gebraucht wurden. Die Fingermuskeln z. B. nahmen daran keinen Theil und konnten auch nachher bewegt werden ohne Schmerz zu erregen, dagegen brachte die Hebung des Oberarms und Unterarms, nachdem das Glied geruht hatte, Schmerz hervor. Die Entstehung des Schmerzes durch eine mäßige aber ununterbrochene und lange fortgesetzte Thätigkeit der Muskeln, ohne den Einfluß irgend einer andern Einwirkung, welche Schmerz erregen konnte und die lange Fortdauer des Schmerzes, nachdem die Muskeln wieder in Ruhe versetzt waren, sprechen sehr dafür, daß die Ursache jenes Schmerzes in einer Mischungsveränderung zu suchen sei, welche die Muskeln bei einer so lange fortgesetzten Thätigkeit erlitten, und welche nur allmälig durch Ernährung wieder verschwinden konnte. Bekanntlich ist die große Veränderung, welche mit dem Fleische bei einer zu lang dauernden und zu heftigen Anstrengung vor sich geht, bei zu Tode gehetztem Wilde sogar durch das äußere Ansehn des Fleisches und durch den Geschmack desselben zu erkennen.

Die Empfindungen von Wärme und Kälte, ferner die Empfindungen von Druck und Zug verwandeln sich, wie wir gesehen haben, wenn sie einen gewissen Grad übersteigen, in Schmerz, und ebenso verwandelt sich die Empfindung der Anstrengung der willkürlichen Muskeln in das Gefühl der Müdigkeit und dieses in das Gefühl von Schmerz; und dieser Schmerz, ob er gleich in ganz andern Theilen seinen Sitz hat und auf eine ganz besondere Weise entsteht, ist doch eine ganz ähnliche Empfindung als die, welche entsteht, wenn unsere Theile einen zu großen Druck oder eine zu starke Dehnung erlitten haben. Er hat nichts Specifisches. Die Mischungsveränderung in den Muskeln und Muskelnerven, die durch eine lange fortgesetzte Anstrengung derselben hervorgebracht zu werden scheint und die ich, wie gesagt, als die Ursache des entstehenden Schmerzes ansehe, kann auch durch andere Umstände, z. B. in Fieber entstehen und bringt dann einen ähnlichen Schmerz hervor, den man oft Zerschlagenheit der Glieder nennt.

Das Gemeingefühl der Muskeln, mittelst dessen wir

*) Helmholz in Müllers Archiv 1848. Heft 2.

den Grad der Anstrengung empfinden, welcher erforderlich ist, um den uns geleisteten Widerstand zu überwinden, ist so fein, daß es uns Dienste leistet wie ein Sinn, den wir den Kraftsinn nennen könnten. Es ist oben S. 89 durch Versuche dargethan worden, daß wir den Unterschied zweier Gewichte durch das Gemeingefühl der Muskeln noch bestimmter und genauer wahrnehmen, als durch den Tastsinn. Man unterscheidet noch das schwerere von dem leichteren Gewichte, wenn sich die Gewichte wie 40 zu 39 verhalten. Man könnte nun zwar behaupten, die Ursache der Empfindung der Anstrengung sei nicht in den Muskelnerven, sondern in dem Theile des Gehirns zu suchen, auf den der Wille einwirkt. In dieser Hinsicht ist es jedoch nöthig, zu bemerken, daß man auch durch die Dehnung, die die Muskeln erleiden, und also ohne alle Anstrengung des Willens, Gewichtsunterschiede wahrnehmen kann. Ich umgab die Handwurzel mit einem aus einem Tuche gemachten Ringe und ließ den Arm über eine Stuhllehne herabhängen, so daß er in der Achsel unterstützt war. Wurden nun an einem an dem Tuche befindlichen Haken Gewichte an dem schlaff herabhängenden Arme aufgehangen, so hatte man durch die Dehnung der Muskeln eine Empfindung, mittelst deren man den Gewichtsunterschied wahrnehmen konnte, wozu freilich zugleich auch die Empfindung des Druckes beitrug, die man an dem Orte hatte, wo die Hand von dem Ringe gedrückt und der Arm von der Stuhllehne unterstützt wurde. Die Dehnung der Muskeln entstand dadurch, daß die schlaffen Bänder in den freien Gelenken der Hand und des Oberarms etwas nachgaben, so daß sich die Ansatzpunkte mancher Muskeln von einander entfernten. Es ist schon oben auseinander gesetzt worden, daß wir durch Erfahrung wissen, welche Anstrengung bestimmter Muskeln dazu gehört, damit unsere Glieder in eine gewisse Lage versetzt, und darin erhalten werden, und daß sich diese Erkenntniß mit dem Gefühle der Anstrengung so associirt hat, daß wir durch das letztere Gefühl in jedem Augenblicke eine Vorstellung von der Lage unserer Glieder haben, auch wenn wir dieselben nicht sehen und sie sich einander nicht berühren. Wenn ein Anderer unsern Händen und Fingern eine bestimmte Stellung giebt und wir diese Stellung erhalten, so wissen wir doch, in welcher Lage sich diese Glieder befinden. Durch das Gefühl von der Anstrengung der Muskeln erkennen wir also in jedem Augenblicke die Stellung der absichtlich bewegten Theile unsers Körpers und das mangelnde Gleichgewicht, durch sie nehmen wir sogar die Richtung sehr genau wahr, in welcher an unsern Haaren gezogen wird. (Siehe S. 82.) Mit der Anstrengung bestimmter Muskeln, die wir bei der Hervorbringung der Töne, welche

wir singen und der articulirten Laute, die wir aussprechen, machen, associirt sich die Phantasievorstellung von diesen Tönen und Lauten und es giebt nichts, wodurch wir diese Phantasievorstellungen so lebhaft erwecken könnten, als indem wir die Stimm- und Sprachorgane in die Stellung bringen, bei welcher jene Töne und Laute entstehen würden, wenn wir zugleich ausathmeten. Mit der Anstrengung bestimmter Muskeln, durch welche wir gewisse Mienen hervorbringen, associirt sich die Vorstellung von der Seelenstimmung, die uns antreibt, eine solche Miene zu machen, und daher erweckt auch umgekehrt eine gewisse Lage der Theile unsers Gesichts eine gewisse Seelenstimmung und diese verschwindet leichter, wenn die Lage jener Theile geändert wird, z. B. wenn wir mit der Hand gewisse Runzeln der Stirn glätten.

Man hat zu den Augenmuskeln, welche bekanntlich ihre Nerven von Bewegungsnerven, nämlich vom N. Oculomotorius, Trochlearis und Abducens bekommen, auch sehr dünne Aeste eines Empfindungsnerven, des Ramus ophthalmicus des Trigeninus verfolgt. Auch zu andern Muskeln gehen unstreitig zugleich mit den Bewegungsnerven einige Empfindungsnerven hin, die sich durch die Anastomosen verschiedener Nerven den Bewegungsnerven beimengen. Vielleicht sind diese Empfindungsnerven die Ursache des in gewisser Hinsicht so lebhaften und feinen Gemeingefühls der Muskeln und vielleicht erklärt sich die Erscheinung, daß manche dem Willen gehorchende Muskeln, z. B. das Zwerchfell, dieses Gemeingefühl in viel geringerem Grade besitzen, dadurch, daß sie mit einer geringeren Zahl von Empfindungsnerven versehen sind. Die Annahme aber, daß das Gemeingefühl der Muskeln immer durch Nerven, die mit den Tastnerven entspringen, vermittelt werde, scheint durch diejenige Art der Lähmung, welche man Anästhesie nennt, nicht bestätigt zu werden. Bei der Anästhesie verliert man in den Gliedern das Empfindungsvermögen, während das Vermögen sie willkürlich zu bewegen fortdauert. Nicht jeder Krankheitszustand, den man für Anästhesie erklärt hat, ist dafür zu halten, denn da viele Muskeln aus der Entfernung auf die Glieder wirken und z. B. die Muskeln, welche die willkürliche Bewegung der Finger bewirken, nicht an den Fingern, sondern größtentheils an dem Unterarme liegen, so können, wenn die Lähmung nicht zugleich den Unterarm ergreift, sondern nur die Hand, die Finger bewegt werden, während sie fühllos sind. Dieses ist keine wahre Anästhesie. Aber auch bei der wahren Anästhesie, wo ein großer Theil des Körpers des Tastsinns und des Vermögens Schmerz zu empfinden, ganz oder fast ganz beraubt ist, und dennoch absichtlich bewegt werden kann, dauert bisweilen das Vermögen zu gehen fort, und dieses

setzt die Empfindung des mangelnden oder stattfindenden Gleichgewichts voraus, ohne welche das Balanciren des Körpers unmöglich ist*)

Besonderes Gemeingefühl in Theilen des Nervensystems.

Alle Empfindungen beruhen auf einer in den Nervenfäden vor sich gehenden Veränderung und insofern kann man behaupten, daß es nur ein Gemeingefühl in den Theilen des Nervensystems gebe. Indessen kann man doch in manchen Fällen unterscheiden, ob die erste Veranlassung zu einer solchen Veränderung von Etwas ausgeht, was auf die peripherischen

---

*) Einige Fälle von Anästhesie, welche in den Med. chirurg. Transact. B. II. p. 217 und B. III. p. 90, ferner in American medical Repository B. IV. p. 225 mitgetheilt worden, findet man in Nasse, Zeitschrift für psychische Aerzte. 1822. Heft 2 gesammelt. Ein vorzüglich interessanter, dort nicht erwähnter, Fall ist von A. Reid berichtet worden. (Siehe Froriep's Notizen 1829. B. 24. p. 217.) Ich will ihn hier mittheilen: Ein gewisser Walker stürzte 1802 vom Pferde. Im Jahre 1812 bekam er einen Anfall von Erysipelas am Beine. Beide Beine wurden betäubt und zeigten sich beim Einstechen einer Stecknadel unempfindlich, der Tastsinn war gelähmt, denn Walker konnte, wenn er ein Fußbad nahm, nicht eher sagen, ob das Bad heiß oder kalt sei, bis er das Bein bis über die Mitte des Oberschenkels eingetaucht hatte. Er hatte dabei das Gefühl, als ob der Fuß mit einem Strumpfe oder Stiefel bedeckt sei, oder als ob er eingeschlafen sei. Er war aber vollkommen im Stande, den Fuß gehörig zu bewegen. Nach dem Jahre 1815 erlitt er an dem Os metatarsi der kleinen Fußzehe eine Quetschung, dieser Knochen wurde cariös und mußte weggenommen werden. Walker versicherte, daß er bei dieser Operation nicht den geringsten Grad von Schmerz empfunden habe, es sei gewesen, als habe man an einem todten Gliede operirt. Die Krankheit dehnte sich allmälig so aus, daß zur Zeit, wo Reid über ihn berichtete, das Empfindungsvermögen fast ganz an der Oberfläche des Körpers vernichtet war, während die Bewegungskraft zwar geschwächt, aber doch noch so unversehrt war, daß er seine Hände noch gebrauchen konnte, um seine Speisen zu tranchiren, um zu schreiben und um die Zügel zu halten, wenn er ritt, auch war er im Stande, eine kurze Strecke ohne Stock zu gehen. Er sagte: »Ich fühle mit nichts, als mit meinem Munde, d. h. ich bin nicht im Stande zu sagen, ob ein Gegenstand, den ich berühre, kalt oder heiß, rauh oder glatt sei.« Er konnte nicht eher sagen, ob er die Zügel in den Händen habe, als bis er's sah. In den Füßen hatte er das Gefühl, als ob sie steif und schwer wären. Sein Gesicht war schwach, sein Gehör, Geschmack und Geruch dagegen waren gut. Es sind keine Versuche darüber angestellt worden, ob Walker die Lage seiner Glieder, ohne sie zu sehen, habe angeben können. Allein schon daraus, daß er gehen konnte, erhellt, daß er noch ein Gefühl von der Anstrengung der Muskeln gehabt habe. Hierauf deutet auch die Angabe hin, daß ihm die Füße steif und schwer zu sein geschienen haben. Der Tastsinn und das Gemeingefühl der Haut scheinen also gelähmt, die Muskeln dagegen des Gemeingefühls nicht ganz beraubt gewesen zu sein.

Enden unserer Nervenfäden oder auf die Stämme der Nerven oder auf die centralen Theile des Nervensystems wirkt. Dieses zu unterscheiden, ist in medicinisch praktischer Hinsicht wichtig, aber oft sehr schwer.

Man hat Schauder, Ameisenkriechen, Eingeschlafensein oder Taubheit der Glieder, und Schmerz durch Krampf als besondere Aeußerungen des Gemeingefühls des Nervensystems angesehen, und in der That, es deuten diese Symptome auf ein Leiden hin, welches oft nicht in den in der Haut und in den Muskeln verborgenen Nervenenden, sondern in den Nervenstämmen und im Gehirne und Rückenmarke seinen Sitz hat.

Gewiß entstehen auch viele Schmerzen auf diese Weise, daß die Schmerz erregende Ursache nicht auf die Nervenenden in den Theilen, sondern auf die Nervenstämme oder auf die Nervenfäden im Gehirne und Rückenmarke wirkt. Aber sie sind schwer von den andern Schmerzen zu unterscheiden. Ich kann mich nicht davon überzeugen, daß der Kopfschmerz niemals in Gehirnfasern, sondern immer in den Enden derjenigen Empfindungsnerven seinen Sitz habe, welche sich zu dem Zwecke, das Gehirn empfindlich zu machen, in das Gehirn hinein verbreiteten. Die Existenz solcher Nervi nervorum ist noch nicht dargethan. Longet, welcher sich ehemals mit Magendie darüber stritt,*) wer von ihnen durch physiologische Experimente dargethan habe, daß Empfindungsnerven aus der hinteren Wurzel der Rückenmarknerven am Ganglion spinale in die vordere Wurzel übergingen, und sich in ihr in der Richtung nach dem Rückenmarke zu verbreiteten und dadurch diese Wurzel empfindlich machten, überläßt jetzt diese Ehre ganz Herrn Magendie und will von seinen eignen Versuchen nichts mehr wissen**). Ehemals glaubte er gefunden zu haben, daß die vordere Wurzel der Rückenmarknerven empfindlich sei, so lange die hintere nicht durchschnitten worden, daß sie aber nach deren Durchschneidung unempfindlich werde.

Gemeingefühl in den Organen, welche mit einer Schleimhaut versehen sind.

Manche Gemeingefühlempfindungen in diesen Organen sind, wie ich S. 132 geäußert habe, wahrscheinlich mit heftigen Bewegungen ihrer Muskelfasern verknüpft, andere beruhen unstreitig auf Eindrücken, welche auf die Schleimhaut selbst gemacht werden.

---

*) Longet in Comptes rend. 1839. Juin. Nr. 23 p. 920.

**) Longet, Anatomie und Physiologie des Nervensystems übers. v. Hein. B. I. Leipzig 1847. p. 30.

Von beiden hängt der Kitzel ab, den tropfbare Flüssigkeiten, sogar die mildesten, sowie auch alle festen Körper im Kehlkopfe hervorbringen, welcher die Verschließung der Glottis und das Husten zur Folge hat. Bei der Bronchotomie sieht man, daß diese große Reizbarkeit nur in dem Kehlkopfe und nicht in der Luftröhre existirt. Hierher ist auch zu rechnen der Ekel erregende Kitzel bei Berührung der Zungenwurzel.

Auf der Schleimhaut der Nase erregt, wie schon erwähnt worden, die Berührung fester Körper den eigenthümlichen Kitzel, der zum Niesen führt, Wasser dagegen, womit man die Nase füllen kann, reizt die Schleimhaut nicht, wohl aber thut es die Kohlensäure kohlensaurer Getränke, wenn die sich entwickelnde Luft aus dem Magen aufsteigt und uns in die Nase kommt. Sie bringt dann eine sehr heftige Empfindung in der Nase, nicht aber in dem Munde hervor. Eine eigenthümliche Empfindung erweckt mit Pfeffermünzöl getränkter Zucker an der Zunge, am Gaumen und am Schlunde.

In der Harnröhre bemerkt man heftige Empfindungen, wenn mit dem Harne Blut oder griesartige Niederschläge vermengt sind.

Der Durst beruhet vielleicht auf einer Abänderung der auf manchen Schleimhäuten stattfindenden Secretion, die wieder durch den Mangel an der hinreichenden Menge von Wasser im Blute entsteht; daher erregt die Aufnahme von einer großen Menge Kochsalz ins Blut Durst, weil dann die gewöhnliche Menge des Blutwassers nicht mehr die erforderliche Verdünnung des Bluts hervorbringt. Auf der andern Seite bringt das Unterlassen des Trinkens desto schneller Durst hervor, je mehr wässerige Theile man durch Ausdünstung oder Durchfälle verliert. Die Ursache, warum wir dabei das Gefühl der Trockenheit hauptsächlich im Schlunde und am Gaumen haben, liegt wohl darin, daß diese Theile eine besondere Empfindlichkeit für gewisse Einflüsse besitzen, die der Speiseröhre, dem Magen, den Gedärmen und sogar der Zunge fehlt. So wie die Conjunctiva durch schwefligsaure Dämpfe und durch Ammoniakdämpfe sehr afficirt wird, so ist es auch, wiewohl in geringerem Grade, nach meinen Versuchen am Gaumen und Rachen der Fall. (Siehe S. 108.) Diese Theile sind mit dem Tastsinne versehen und haben zugleich eine viel dünnere Oberhaut als die Zunge. Würde die Conjunctiva nicht durch die Thränen benetzt, so würden wir vielleicht auch beim Dursten Trockenheit in den Augen empfinden. Wir fühlen zwar den Durst am meisten am Gaumen und im Schlunde, aber der Zustand, der die Empfindung hervorruft, ist unstreitig nicht blos auf diesen Theil der Schleimhaut beschränkt.

Das Gefühl, welches nach längerm Mangel an athembarer

Luft mit dem Bedürfniß des Athmens verbunden ist, hat unstreitig seinen Sitz nicht blos in der Schleimhaut der Lunge, sondern auch im Herzen, weil mit diesem Mangel Störungen im Kreislaufe verbunden zu sein pflegen.

Das Gemeingefühl in Theilen, welche nicht reich an Nerven und an Blutgefäßen sind.

Die Knorpel, die Knochen, die serösen Häute und namentlich auch die Synovialhäute, die Blutgefäße, die sehnigen Theile, das Bindegewebe und das Fettgewebe haben im ausgebildeten und gesunden Zustande nicht sehr dichte, mit Blut sehr erfüllte, Haargefäßnetze. Bei den Knorpeln, so lange sie nicht verknöchern und so lange in ihnen keine Markhöhlen entstehen, lassen sich die Blutgefäße gar nicht sichtbar machen und eben so wenig kann man Nerven zu den Knorpeln hin verfolgen. Dagegen sind die Nerven der serösen Häute und Synovialhäute, mancher sehnigen Theile, z. B. der Dura mater, der äußern Arterienhaut, der Haut großer Venenstämme anatomisch dargestellt worden, die mittlere und innere Arterienhaut besitzen jedoch nach meinen Untersuchungen keine Haargefäße, wohl aber die Längsfaserhaut der größeren Venen.

Alle diese Theile scheinen nur im kranken Zustande fähig zu sein, uns Gemeingefühlempfindungen zu verschaffen. Unstreitig sind es hauptsächlich die Blutgefäße in ihnen, zu welchen sich die diesen Theilen angehörenden Nerven begeben, und so scheint denn auch die übermäßige Ausdehnung der Gefäße mit Blut eine Bedingung zu sein, unter welcher in ihnen Schmerz entstehen kann.

Um die Empfindlichkeit der Knorpel und Synovialhaut zu prüfen, brachte Haller*) bei einer lebenden Katze in die Gelenkhöhle des Beckens, in welcher der Oberschenkelknochen eingelenkt ist, Vitriolöl und in das Kniegelenk ein ander Mal Vitriolöl und Spießglanzbutter; er stach und brannte die Oberfläche dieser Gelenke, ohne daß die Thiere Zeichen des Schmerzes zu erkennen gaben. Dörner**), der unter Autenrieths Leitung 34 Experimente über die Verletzung der Knorpel an lebenden Katzen gemacht hat und hierzu die Nasenscheidewand-, Ohr-, Kehlkopf-, Rippen- und Gelenkknorpel benutzt hat, erwähnt nichts davon, daß die Thiere dabei Zeichen des Schmerzes verrathen hätten, außer im 25sten Experimente, wo 2 Gran Höllenstein in die Kniegelenke gebracht wurden,

*) Haller, de partibus c. h. sensibilibus et irritabilibus, Commentar. soc. reg. Gotting. T. II. 1752.

**) Dörner, De gravioribus quibusdam cartilaginum mutationibus. Tubingae 1798. 8.

wodurch denn freilich die weichen Theile des Gelenks zerstört, und vielleicht auch benachbarte Theile verletzt wurden.

Die Verletzung der Arterien scheint keinen merklichen Schmerz zu erregen. Haller*) sah niemals, daß ein Thier durch Geschrei oder auf andere Weise Zeichen von Schmerz zu erkennen gab, wenn er eine Arterie an einer solchen Stelle, wo kein Nerv lag, mit einem Faden oder Bande zusammenschnürte, und er beruft sich zugleich auf ähnliche Erfahrungen, welche Bromfield und Pouteau bei Menschen gemacht haben. Wenn dagegen Bichat, sobald er reizende Flüssigkeiten, wie Dinte, verdünnte Säuren oder Wein in die Arterien lebender Thiere spritzte, heftigen Schmerz entstehen sah, so beweist dieser Versuch nicht die Empfindlichkeit der Arterien, denn es dringen dann diese Flüssigkeiten durch die Poren der Gefäßwände in die benachbarten mit Nerven versehenen Theile ein.

Die sehnigen Theile sind im gesunden Zustande gegen äußere Reize wenig oder gar nicht empfindlich. Haller**) führt 39 Schriftsteller an, welche bei Menschen über die Unempfindlichkeit der Sehnen, und 18, welche bei Thieren darüber an 200 Versuche gemacht haben, er nennt ferner 25 Schriftsteller, welche über die harte Hirnhaut ähnliche Beobachtungen bei Menschen und 16 Beobachter, welche an derselben Haut bei Thieren Versuche gemacht haben. Ebenso sind die Beobachtungen über die Unempfindlichkeit der Knochenhaut sehr zahlreich, welche bekanntlich bei Amputationen ohne Schmerz abgeschabt wird***). Man hat bei allen diesen Versuchen theils eine mechanische Reizung durch Zerschneiden, Zerreißen, Zerkneipen, theils eine chemische Reizung, indem man sie brannte, mit Spießglanzbutter, Säuren und Alkalien und andern Aetzmitteln berührte, angewendet, und mit der dura mater sogar im entzündeten Zustande Versuche gemacht. Indessen will Bichat†) wahrgenommen haben, daß zwar die Sehnen, Aponeurosen und Bänder gegen die chemischen und meisten mechanischen Reizmittel unempfindlich wären, daß sie aber doch sehr schmerzten, wenn sie gewaltsam ausgedehnt oder durch Drehung gewunden würden. Man beobachtet allerdings, daß bei Fußreisen angestrengte oder gedehnte Bänder heftig schmerzen.

---

*) Haller, De partium c. h. fabrica etc. Lib. II. Sect. 1. §. 12. und dessen Second. mémoire sur les parties sensibles. p. 217.

**) Haller, Elementa physiologiae. Lib. XXVIII. in der Vorrede.

***) Haller, in Commentar. Gotting. 1752. T. II. p. 123. sq. Opera min. I. p. 341. und Castelli experimenta, quibus varias c. h. partes sensu carere constitit. Gottingae 1753. Sect III.

†) Bichat, Allgemeine Anatomie übers. v. Pfaff. B. II. Abth. 1.

Das Bindegewebe ist nach Hallers*), Schobingers und Zimmermanns Versuchen, die von Bichat bestätigt worden sind, im gesunden Zustande unempfindlich. Man kann es nach Bichat bei lebenden Menschen und Thieren durchschneiden, in verschiedenen Richtungen zerren und durch Luft ausdehnen, ohne Schmerz zu erregen, vorausgesetzt, daß die durch dasselbe laufenden Nerven nicht verletzt werden. Auch das Fett enthaltende Zellgewebe ist im Allgemeinen unempfindlich, indessen schien das Knochenmark bei den von Duverney**) und Monro bei amputirten Menschen angestellten Versuchen empfindlich, was auch Troja, Köhler und Bichat durch Versuche bei Thieren bestätigt haben. Diese Empfindlichkeit kommt aber vermuthlich nicht dem Knochenmarke, sondern unstreitig den kleinen von Gros***) beim Pferde deutlich dargestellten Nerven zu, die durch die foramina nutritia mit den Blutgefäßen eindringen und zum Theil durch das Knochenmark hindurch zu den Knochen sich zu begeben scheinen.

Die Knochen sind im gesunden Zustande unempfindlich. Bichat sagt, man könne sie zersägen, zerschneiden, klopfen und brennen, ohne einen merklichen Schmerz zu erregen. Indessen können sie wie viele andere Theile, welche im gesunden Zustande unempfindlich sind, doch im kranken Zustande schmerzhaft werden, z. B. bei venerischen und gichtischen Knochenkrankheiten.

Auch der Nabelstrang scheint unempfindlich zu sein.

Das Gemeingefühl bei Menschen und Thieren, bei Gesunden und Kranken.

Das Gemeingefühl kommt allen Thieren zu, und schon der Embryo scheint durch Gemeingefühlempfindungen veranlaßt zu werden, seine Lage im Mutterleibe zu ändern. Bei Kranken, namentlich in der Hypochondrie und Hysterie, veranlassen Einwirkungen, die oft so schwach sind, daß sie bei Gesunden unbemerkt bleiben, lebhafte Gemeingefühlempfindungen. Mit Unrecht glauben Manche, daß eine größere Erregbarkeit der Nerven die Ursache dieser Erscheinungen sei. Vielmehr scheinen die verschiedenen Verrichtungen der Organe bei solchen Kranken, wegen mancherlei Fehler und Unvollkommenheiten schon durch geringe Einwirkungen gestört zu werden, und die Störung einer Verrichtung scheint dann leicht eine neue Störung

*) Haller. Novi Comment. soc. reg. Gotting. T. III. p. 25.

**) Duverney, Mem. de l'Ac. roy. des sc. de Paris. a. 1700. p. 199.

***) Gros, in Comptes rendus T. XXIII. Nr. 24. p. 1106 und in Froriep's Notizen 1847. März p. 289.

nach sich zu ziehen und dadurch Schmerz zu erregen. Eine mäßige Anstrengung der Muskeln verursacht bei solchen schwächlichen Menschen schnell Ermüdung und Schmerz, keineswegs aber deswegen, weil die Nerven erregbarer wären, sondern weil die Muskelsubstanz unbrauchbarer ist und schon nach einer kurzen Thätigkeit Veränderungen erleidet, die Ermüdung und Schmerz zur Folge haben.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

Druck der Ph. Reclam'schen Officin in Leipzig.

Im Verlage von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig ist erschienen:

Lehrbuch der Physiologie des Menschen.

Für Aerzte und Studirende. Von Dr. G. Valentin, Professor der Physiologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bern. Mit 3 Kupfertafeln und 630 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. 2 Bände (zweiter Band in drei Abtheilungen). Fein Velinpapier. geh. Preis für das complete Werk (146 Bogen gr. 8°) 11 Thlr. 16 Sgr.

Der Herr Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, in diesem Lehrbuche nur die Physiologie des Menschen zu behandeln; alles Fremde ist streng ausgeschlossen und eben nur die Darstellung der Thätigkeiten unseres Organismus geliefert worden. Er hält dafür, daß der heutige Standpunkt der Wissenschaft diese Concentration nöthig macht, um nicht durch Mitaufnahme solcher Verzweigungen der Physiologie, welche gewöhnlich neben ihr behandelt werden, allgemeine und vergleichende Anatomie ꝛc., das Feld für den praktischen Arzt und den Studirenden — denn für diese ist sein Werk zunächst bestimmt — zu weit und weniger übersichtlich in der Hauptsache werden zu lassen. Die neue Auflage ist nicht bloß vollständig umgearbeitet und mit den neuesten Ergebnissen der Wissenschaft bereichert, sondern enthält auch eine beträchtlich größere Zahl trefflich ausgeführter Holzstiche, die theils anatomische, theils physiologische Gegenstände darstellen. Der Verfasser bemühte sich überdies, fast alle Apparate, die zu physiologischen Versuchen mit Nutzen gebraucht werden können, durch Abbildungen zu erläutern. Die Berechnungen und Formeln, die sich auf viele Angaben beziehen, sind in besondere Anhänge verwiesen. — Um auch die neuesten Entdeckungen, bis auf den letzten Tag, in das Werk aufzunehmen, muß es wünschenswerth sein, ein kurzes Supplementheft hinzuzufügen, welches diejenigen Untersuchungen enthält, welche während der Dauer des fortschreitenden Drucks von Anderen publicirt worden sind, obwohl sich der Herr Verfasser bemüht hat, solche Untersuchungen, wo es irgend ging, in späteren Capiteln einzuschalten. Das Supplementheft, welches sonach das Werk bis zum neuesten Standpunkte der Wissenschaft herabführt, wird etwa 7 Bogen mit den nöthigen Abbildungen umfassen und soll im Januar d. J. ausgegeben werden.

Grundriß der Physiologie des Menschen.

Für das erste Studium und zur Selbstbelehrung. Von Dr. G. Valentin, ordentl. Professor der Physiologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bern. Mit vier Tafeln in Stahlstich, einer Tafel in farbigem Druck und 445 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 4 Thlr.

Dritte gänzlich umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Valentin's »Grundriß« soll die Physiologie so weit vertreten, als es das erste Bedürfniß der Studirenden an Universitäten und medicinisch-chirurgischen Lehranstalten, der Aerzte, welche einen gedrängten Ueberblick der Physiologie nach ihrem heutigen Standpunkte verlangen, und der gebildeten Layen, welche sich über die Thätigkeiten unseres Organismus belehren wollen, erheischt. Die letztere Tendenz erschien dem Herrn Verfasser, neben der Lösung seiner Aufgabe für die Studirenden, als ein wesentliches Moment, da das Bedürfniß, sich in übersichtlicher Weise mit den Lehren der Physiologie des Menschen bekannt zu machen, sowohl von Layen, als auch von Männern der Wissenschaft, welche nicht Mediciner sind, wie Chemikern, Physikern, Pharmaceuten, Lehrern an Gymnasien und Realschulen ꝛc., lebhaft gefühlt wird. Der Verfasser hat die schwierige Aufgabe übernommen, bei strenger Wissenschaftlichkeit leicht verständlich zu bleiben und das rechte Maaß des für den ausgesprochenen Zweck zu Gebenden einzuhalten.

Die dritte Auflage, welche den beiden früheren rasch gefolgt, ist eine durchweg umgearbeitete und wesentlich vermehrte. Das Streben, die einzelnen Thätigkeiten unseres Körpers denjenigen Lesern, welche praktisch-anatomischen Untersuchungen noch ferner stehen, klar zu machen, nöthigte den Verfasser eine Reihe neuer anatomischer Zeichnungen hinzuzufügen.

Physikalisch-physiologische Untersuchungen

über die Dynamide des Magnetismus, der Elektricität, der Wärme, des Lichtes, der Krystallisation, des Chemismus in ihren Beziehungen zur Lebenskraft.

Von Karl Freiherrn von Reichenbach, Ph. Dr.

Zwei Bände. Mit 3 lithogr. Tafeln und 24 in den Text eingedruckten Figuren gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 12 Sgr.

Im Verlage von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig ist erschienen:

Lehrbuch der Psychologie als Naturwissenschaft.

Von Dr. Theodor Waitz, a. o. Professor der Philosophie zu Marburg.

8. Fein Velinpap. geh. Preis 3 Thlr. 8 Ggr.

Die Psychologie hat unter allen rein philosophischen Wissenschaften in der neueren Zeit die allgemeinste, lebendigste Theilnahme gefunden. Diese Theilnahme wird nie aussterben, denn theils ist das Interesse in sich selbst hineinzuschauen dem Menschen natürlich, theils ist ein Hineinschauen in Andere für alle Lebensverhältnisse und menschliche Thätigkeiten wichtig und nothwendig: Menschenkenntniß ist es die jeder braucht. Er fordert sie von der Psychologie; nur fordere er sie von ihr nicht als eine Gabe die er sich bloß einhändigen zu lassen brauchte, sondern er erwarte sie nur als eine Frucht des eigenen Studiums, des Studiums nicht von Büchern allein, sondern von lebendigen menschlichen Verhältnissen.

Die wissenschaftliche Psychologie, die Aufgabe des vorliegenden Werkes, kann und soll nicht selbst unmittelbar Menschenkenntniß lehren durch Erzählung interessanter und lehrreicher psychologischer Merkwürdigkeiten, sondern sie soll die Gesetze darstellen nach denen sich das menschliche Geistesleben entwickelt, sie soll die gemeinsame Grundlage zeigen auf welcher alles geistige Leben erwächst, den Faden verfolgen durch welchen alle Erscheinungen desselben untereinander zusammenhängen, die Keime nachweisen aus welchen sie hervorwachsen und sich entfalten zu der Mannigfaltigkeit und dem Reichthum des inneren Lebens die sich an dem erwachsenen Menschen uns darstellen: kurz, die wissenschaftliche Psychologie soll nicht ein Bilderbuch, sondern das A-B-C-Buch des menschlichen Inneren sein, nicht erzählen und malen, sondern unterrichten, begreifen lehren — ein Unterschied den man leider nicht immer hinreichend festgehalten hat.

Entwickelungsgeschichte des Hunde-Eies.

Von Dr. Th. L. W. Bischoff, ordentl. Professor der Anatomie und Physiologie in Gießen. Mit funfzehn Steintafeln. gr. 4. Fein Velinpap. geh. 5 Thlr.

Entwickelungsgeschichte des Kaninchen-Eies.

Von Prof. Dr. Th. L. W. Bischoff. Gekrönte Preisschrift, ausgesetzt von der physikalisch-mathematischen Klasse der königl. preußischen Akademie der Wissenschaften im Jahre 1840. Mit sechszehn Steintafeln. gr. 4. Fein Velinp. geh. 6 Thlr.

Beiträge zur Kenntniß wirbelloser Thiere

mit besonderer Berücksichtigung der Fauna des norddeutschen Meeres. Von Dr. Heinrich Frey und Dr. Rudolph Leuckart. Mit 2 Steintafeln. gr. 4. Velinpap. geh. Preis 4 Thlr.

Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere.

Ein Beitrag zur Charakteristik und Classification der thierischen Formen. Von Dr. Rudolf Leuckart. 8. Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 8 Ggr.

Der feinere Bau der Nebennieren

beim Menschen und den vier Wirbelthierklassen. Dargestellt von Dr. Alexander Ecker, Professor in Basel. Mit zwei Steintafeln. gr. 4. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Thlr.

Zur vergleichenden Physiologie

der wirbellosen Thiere. Eine physiologisch-chemische Untersuchung von Dr. Carl Schmidt. gr. 8. geh. 12 Ggr.

Die bis jetzt bekannten Arten aus der Familie der Regenwürmer.

Als Grundlage zu einer Monographie dieser Familie dargestellt von H. Hoffmeister. Mit Zeichnungen nach dem Leben von A. Hoffmeister. gr. 4. Velinpap. geh. 2 Thlr.

System der Asteriden.

Von Dr. Joh. Müller und Dr. Fr. Herm. Troschel. Mit 12 Kupfertafeln. gr. 4. Fein Velinpap. geh. 9 Thlr.